



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA FORESTAL



PROYECTO FIN DE CARRERA

ESTUDIO PARA LA MEJORA HIDRÁULICA Y ADECUACIÓN AMBIENTAL
DE LOS APROVECHAMIENTOS DEL RÍO ERIA A SU PASO POR EL T.M. DE
TORNEROS DE LA VALDERIA (LEÓN)

AUTOR:

ANTONIO MORÁN GONZÁLEZ

TUTORES:

- *JOSÉ ANASTASIO FERNÁNDEZ YUSTE*
- *CAROLINA MARTÍNEZ SANTAMARÍA*

JULIO 2009

INDICE GENERAL

MEMORIA

	Páginas
1. Introducción	7
1.1. Naturaleza del estudio	7
1.2. Objetivos del estudio y justificación	7
2. Caracterización de la situación actual	8
2.1. Marco legal y administrativo	8
2.2. Estudio socioeconómico	8
2.3. Estudio del medio	11
2.4. Caracterización del sistema de riego	22
3. Diagnóstico de la situación actual	24
3.1. Problemática existente	24
3.2. Estudio de soluciones	25
3.3. Actuaciones previstas	25
4. Ingeniería del estudio	26
4.1. Mejora de la distribución del agua de riego	26
4.2. Inventario de obstáculos	29
4.3. Estudio de las obras transversales propuestas	32
4.4. Estudio de las obras de franqueo propuestas	43
4.5. Estudio de las demoliciones propuestas	47
4.6. Limpieza	48

ANEJO I.-ÁMBITO SOCIOECONÓMICO

1.-Introducción histórica	4
2.-Evolución de la población en la zona	5
3.-Mercado laboral	8

ANEJO II.- ESTUDIO DEL MEDIO

1. Situación geográfica	6
2. Orografía	7
3. Hidrografía	7
3.1. Hidrografía general provincial	7
3.2. Hidrografía del Eria	8
3.3. Croquis de la red hidrográfica	9
4. Climatología	10
4.1. Elección de la estación meteorológica	10
4.2. Datos meteorológicos de la zona	10
4.3. Climodiagrama de Walter-Lieth	18
4.4. Balance hídrico	19
4.5. Productividad potencial	23
4.6. Clasificación climática con base fitoclimática	27
4.7. Conclusiones	30
5. Edafología	30

6. Vegetación	30
6.1. Introducción	30
6.2. Vegetación potencial	30
6.3. Vegetación actual	32
6.4. Conclusiones	41
7. Fauna	41
7.1. Introducción	41
7.2. Montes Aquilanos	41
7.3. Sierra de La Cabrera	44
7.4. Conclusión	46
8. Espacios naturales protegidos	46
8.1. Sierra de la Cabrera	46
8.2. Montes Aquilanos	47

ANEJO III.- INGENIERÍA DEL ESTUDIO

1. Introducción	6
1.1. Objetivos	6
1.2. Proceso	6
1.3. Tipos de obras propuestos	7
2. Mejoras de la distribución del agua de riego	9
2.1. Introducción	9
2.2. Canales a mejorar	9
2.3. Elección del tipo de canal	10
2.4. Determinación de las dimensiones del canal prefabricado	11
3. Inventario de obstáculos	18
3.1. Objetivo	18
3.2. Procedimiento	18
3.3. Mapa de situación de los obstáculos	20
3.4. Fichas del inventario	22
3.5. Tabla resumen	33
3.6. Plano de la zona inventariada	33
3.7. Resumen de los obstáculos	33
4. Estudio de las obras transversales propuestas	36
4.1. Objetivos	36
4.2. Emplazamientos	36
4.3. Elección del tipo de fábrica	36
4.4. Diseño y cálculo	39
5. Estudio de las obras de franqueo propuestas	64
5.1. Objetivos	64
5.2. Tipos de dispositivos de paso	65
5.3. Condiciones generales a satisfacer por una escala	67
5.4. Condicionantes biológicos	67
5.5. Criterios y elección del tipo de paso	68
5.6. Diseño y cálculo de la escala de artesas	69
5.7. Diseño de las compuertas propuestas para el azud del T.M.de Manzaneda	72
5.8. Diseño de las obras de franqueo propuestas	72
6. Estudio de las demoliciones propuestas	78
6.1. Objetivos	78
6.2. Método de demolición	78
7. Limpiezas	79

7.1. Objetivos	79
7.2. Método de realización de la limpieza	79

PLANOS

1. Levantamiento topográfico zona de baño de Manzaneda
2. Levantamiento topográfico azud de Quintanilla de Yuso
3. Levantamiento topográfico azud de Torneros de la Valderia

Memoria



Agradecimientos

A mis tutores José Anastasio Fernández Yuste y Carolina Martínez Santamaría por aceptar guiarme en el desarrollo de este proyecto y aportarme nuevas ideas y puntos de vista del mismo. A Alberto Serra Criado, por la gran cantidad de tiempo que ha pasado conmigo compartiendo sus conocimientos de topografía y la manera cercana y amena de transmitírmelos. A mi familia por soportar las duras jornadas de campo en la realización de los levantamientos topográficos.

ÍNDICE DE LA MEMORIA

	Páginas
1. Introducción	7
1.1. Naturaleza del estudio	7
1.2. Objetivos del estudio y justificación	7
2. Caracterización de la situación actual	8
2.1. Marco legal y administrativo	8
2.2. Estudio socioeconómico	8
2.2.1. Evolución de la población en la zona	8
2.2.2. Mercado laboral	10
2.3. Estudio del medio	11
2.3.1. Situación geográfica	11
2.3.2. Orografía	11
2.3.3. Hidrografía	12
2.3.3.1. Hidrografía del Eria	12
2.3.3.2. Croquis de la red hidrográfica	13
2.3.4. Climatología	14
2.3.4.1. Elección de la estación meteorológica	14
2.3.4.2. Datos meteorológicos de la zona	14
2.3.4.3. Climodiagrama de Walter Lieth	16
2.3.4.4. Clasificación climática con base fitogeográfica	17
2.3.5. Edafología	17
2.3.6. Vegetación	18
2.3.6.1. Introducción	18
2.3.6.2. Vegetación potencial	18
2.3.6.2.1. Series de vegetación	18
2.3.6.3. Vegetación actual	18
2.3.6.3.1. Vegetación no riparia	18
2.3.6.3.2. Vegetación riparia	20
2.3.6.4. Conclusiones	20
2.3.7. Fauna	21
2.3.7.1. Introducción	21
2.3.7.2. Montes Aquilanos	21
2.3.7.3. Sierra de la Cabrera	21
2.3.7.4. Conclusiones	22
2.3.8. Espacios naturales protegidos	22
2.4. Caracterización del sistema de riego	22
3. Diagnóstico de la situación actual	24
3.1. Problemática existente	24
3.2. Estudio de soluciones	25
3.3. Actuaciones previstas	25
4. Ingeniería del estudio	26
4.1. Mejora de la distribución del agua de riego	26
4.1.1. Introducción	26
4.1.2. Canales a mejorar	26
4.1.3. Elección del tipo de canal	27
4.1.4. Determinación de las dimensiones del canal prefabricado	27
4.1.4.1. Determinación del caudal de cálculo	27
4.1.4.2. Elección de la sección del canal prefabricado	29
4.2. Inventario de obstáculos	29

4.2.1. Objetivos	29
4.2.2. Procedimiento	29
4.2.3. Plano de la zona inventariada	30
4.2.4. Resumen de los obstáculos	30
4.3. Estudio de las obras transversales propuestas	32
4.3.1. Objetivos	32
4.3.2. Emplazamientos	32
4.3.3. Elección del tipo de fábrica	32
4.3.4. Elementos generales de un dique y su función	33
4.3.5. Condiciones de estabilidad	34
4.3.6. Estudio de fuerzas	34
4.3.7. Predimensionado	35
4.3.8. Cálculo de los diques proyectados	35
4.4. Estudio de las obras de franqueo propuestas	43
4.4.1. Objetivos	43
4.4.2. Condiciones generales a satisfacer por una escala	43
4.4.3. Criterios y elección del tipo de paso	43
4.4.4. Diseño de las obras de franqueo propuestas	44
4.5. Estudio de las demoliciones propuestas	47
4.5.1. Objetivo	47
4.5.2. Método de demolición	47
4.6. Limpieza	48
4.6.1. Objetivo	48
4.6.2. Método de realización de la limpieza	48

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1	Gráfico de la evolución de la población en %relativo a 1900	9
2	Población total de derecho de los distintos ayuntamientos	9
3	Evolución del paro registrado por sexos en Castilla y León	10
4	Evolución del paro de hombres y mujeres en el periodo 2000-2006 para la suma de los ayuntamientos de Truchas y Castrocontrigo	10
5	Croquis de situación	11
6	Cuenca de estudio	13
7	Croquis de la red hidrográfica	13
8	Diagrama de Walter Lieth	16
9	Interior de un melojar en el T.M. de truchillas	19
10	Detalle de construcción del actual azud de Torneros de la Valderia	23
11	Canal después de la realización de mantenimientos periódicos	24
12	Fotografía aérea de los canales en uso de Torneros de la Valderia	26
13	Plano de la zona inventariada	30
14	Zampeado o disipador de energía	33
15	Esquema de un dique	34
16	Croquis del diseño del vertedero	40
17	Croquis del diseño del vertedero	42
18	Demolición con retroexcavadora	48

TABLAS

Tabla	Descripción	Página
1	Año medio	15
2	Fuerzas actuantes a considerar	35

1. Introducción

1.1. Naturaleza del estudio

El hombre ha intentado desde tiempos inmemoriales moldear la naturaleza para su propia comodidad. Ha logrado lo que para el resto de seres vivos es impensable, adaptar el medio natural que les rodea por otro más acorde con su comodidad y beneficio, en lugar de seguir el camino de la adaptación al medio existente según la teoría de la selección natural enunciada por Darwin.

En el camino hacia ese logro, el hombre ha desarrollado una gran cantidad de artes técnicas, las cuales le han servido para poder erigir un gran número de construcciones, cuya finalidad era, y aún sigue siendo en muchos casos, cambiar el curso de la naturaleza para obtener un beneficio. Muestra de esto son las numerosas grandes obras de ingeniería que pueden verse hoy en día en casi cualquier parte del mundo; grandes rascacielos como el Empire State Building, canales para comunicar el tránsito marítimo entre océanos como el canal de Suez, enormes ciudades en las que viven millones de personas, colosales presas como Las Tres Gargantas de China, etc., además de una prolífica cantidad de otras pequeñas construcciones. Todas estas obras, maravillas de la ingeniería humana, tenían, y muchas aún tienen, numerosos efectos negativos no solo sobre la naturaleza sino también sobre el futuro del hombre.

En la actualidad el ser humano concienciado de la importancia de la naturaleza y su conservación, así como de la necesidad de ésta para asegurar un porvenir a las generaciones futuras, empieza a interiorizar una idea, “desarrollo sostenible”, como aquel que asegura las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para enfrentarse a sus propias necesidades. Así, se hace totalmente necesario el dotar a las construcciones nuevas y antiguas de medidas que corrijan el impacto negativo de las mismas en el medio ambiente, haciendo que este desaparezca o al menos se reduzca todo lo posible.

En lo expuesto anteriormente se justifica la naturaleza de este estudio, que sirviendo como proyecto fin de carrera para el autor, está ligado a la adaptación de pequeñas obra hidráulicas ya existentes a la idea actual de desarrollo sostenible, intentando reducir al máximo el impacto negativo de estas obras sin menospreciar la función social que realizan.

1.2. Objetivo del estudio y justificación

La provincia de León cuenta con una red hidrográfica extensa y de gran valor medio ambiental, gran parte de esta son pequeños ríos de montaña de agua limpia y cristalina en los que la trucha común (*Salmo trutta*) mantiene buenas poblaciones. Esto hace que la pesca, y en particular la truchera, sea una actividad deportiva importante en la provincia, y que se tienda a favorecer a esta especie frente a otras.

Este carácter truchero también lo tiene el río Eria, que como la mayoría de los ríos leoneses acabará vertiendo sus aguas en el Duero, además de contar con buenas poblaciones de otras especies piscícolas que aunque de menor valor económico e importancia social, también deben ser conservadas.

La gran mayoría de pueblos existentes en las comarcas leonesas de la Valderia y la Cabrera, por las cuales discurre el tramo de río objeto de este estudio, han utilizado las aguas de este río para el desarrollo de su agricultura, en otros tiempos mucho más prolífica que en la actualidad, desarrollando distintas obras para abastecer de agua las fincas agrícolas como: canales de riego y azudes de

derivación. Esto ha supuesto un gran beneficio social, a la vez que un impedimento para el desarrollo de la ictiofauna del río.

Esto justifica un objetivo de este estudio, que no es otro que adaptar estas obras existentes, de forma que no sean una barrera infranqueable para la ictiufauna, en el caso de los azudes, dotando a éstos de dispositivos de paso, eliminándolos si carecen de función a desarrollar e incluso reconstruyéndolos si eso supusiese una clara mejora de su estado y de la realización de la función para la que se crearon, y en el caso de las canalizaciones de riego la mejorar de las condiciones hidráulicas existentes en los canales actuales intentado derivar la mínima cantidad de agua del río sin perjuicio para los regantes.

2. Caracterización de la situación actual

2.1. Marco legal y administrativo

El tramo de río en estudio corresponde con un tramo del río Eria comprendido entre su nacimiento y su paso por el pueblo de Torneros de la Valderia. Este tramo por tanto atraviesa la subcomarca de La Valderia y la comarca de La Cabrera, ambas pertenecientes a la Comunidad Autónoma de Castilla y León, provincia de León. Ambas comarcas se encuentran juntas, siendo la más occidental la subcomarca de La Valderia. Ésta limita al norte con la comarca de La Maragatería, al sur con la comarca zamorana de La carballeda y al este con la comarca del Páramo, a su vez la comarca de La Cabrera limita por el norte con las comarcas tradicionales de Valdueza, Bierzo Bajo y Maragatería; por el este con las subcomarcas de La Valduerna y Valdería; por el oeste con la comarca de Valdeorras (provincia de Orense) y con las comarcas de Sanabria y La Carballeda (Provincia de Zamora) por el sur.

2.2. Estudio socioeconómico

2.2.1. Evolución de la población en la zona.

El presente estudio se desarrolla en una superficie de 301 km² pertenecientes al ayuntamiento de Truchas junto con sus 13 poblaciones y la parte oeste de la comarca de la Valderia, con una extensión de 194 km² pertenecientes al ayuntamiento de Castrocontrigo. Ambos ayuntamientos cuentan con unas bajas densidades de población, no superiores a 5 habitantes por km², debida en gran parte a la emigración sufrida tras la Guerra Civil Española, y que tuvo como destino mayoritario las grandes urbes, buscando mejores condiciones laborales. Hacia aproximadamente 1960, la dinámica poblacional de estos ayuntamientos era creciente, tendiendo a reducirse fuertemente a partir de esta década (esto puede verse en la figura nº1), tendencia que aún conserva en la actualidad.

Evolución de la población en %relativo a 1900

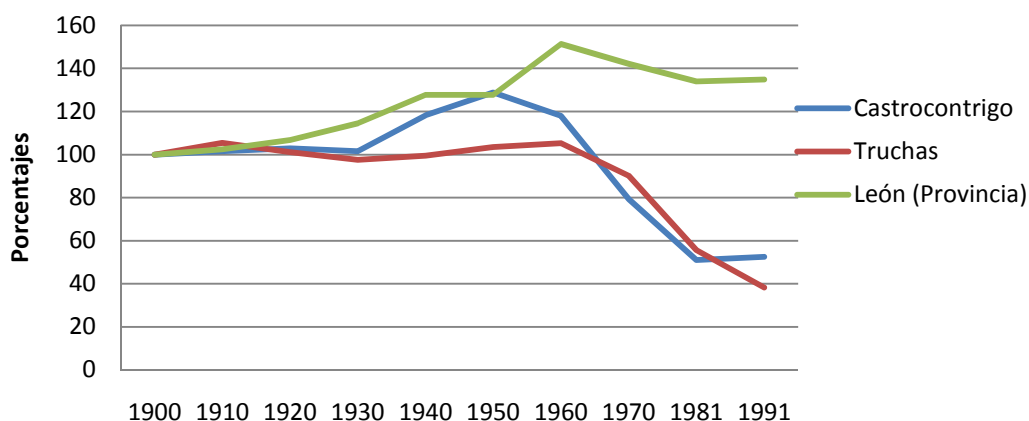


Figura n°1- Gráfico de la evolución de la población en %relativo a 1900. Fuente: I.N.E. (<http://www.ine.es>, Consulta 20/02/09)

La situación actual ha convertido a estas poblaciones en lugares poco atractivos para los sectores industriales y turísticos, que unidos a la escasez de servicios, no augura un cambio en esta dinámica decreciente poblacional, teniendo como consecuencia una población envejecida, pues sólo el 8% de la población es menor de edad. Por otra parte la población se encuentra equilibrada en varones y mujeres en ambos ayuntamientos.

Analizando la población de derecho se aprecia un incremento de la misma en los años 1940-1950. Esto se debe principalmente a la construcción de la carretera que hoy en día une los pueblos de esta zona y al aprovechamiento resinero llevado a cabo en ese periodo, contando además con una industria de transformación de esa materia en uno de sus pueblos. La caída posterior del sector de la resina derivó en el cierre de esta industria local, aumentando el despoblamiento de la zona.

Población de derecho

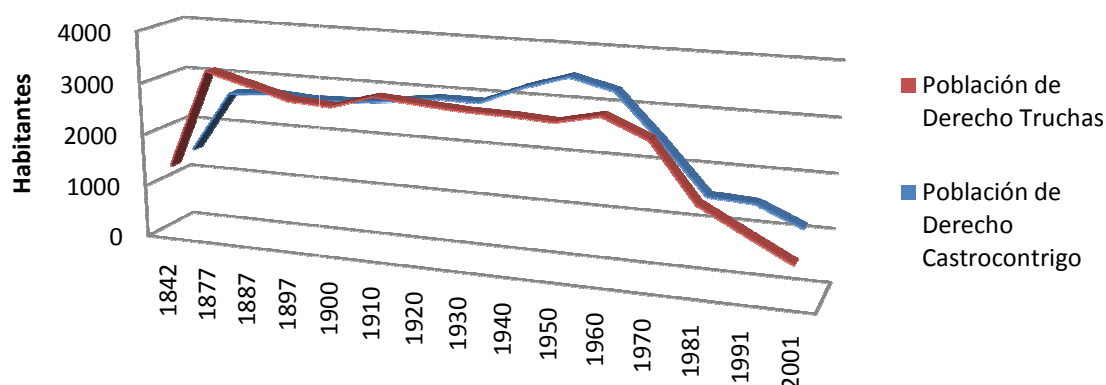


Figura n°2-Población de derecho de los distintos ayuntamientos. Fuente: I.N.E. (<http://www.ine.es>, Consulta 20/02/09)

2.2.2. Mercado laboral

Un ejemplo de la escasez de servicios es la existencia, en toda la provincia de León, de 10 oficinas de empleo, lo cual dificulta el acceso de la población a estas oficinas. La precariedad laboral de estas zonas muestra una mayoría de contratos temporales frente a los indefinidos, provocando evoluciones del paro muy cambiantes. Además el paro afecta más fuerte a los hombres, pudiendo justificarse en la lenta inserción laboral por parte de la mujer, aunque este desequilibrio tiende a disminuir.



Figura nº3-Evolución del paro registrado por sexos en Castilla y León. Fuente: Dirección General de Estadística de Castilla y León (<http://www.jcyl.es/sic/>, Consulta 20/02/09)

Evolución del paro de hombre y mujeres

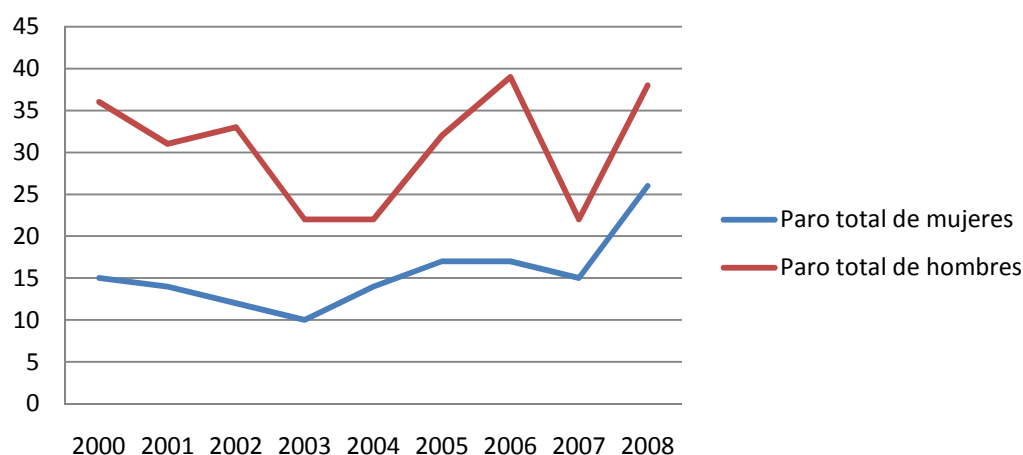


Figura nº4-Evolución del paro de hombres y mujeres en el periodo 2000-2008 para la suma de los ayuntamientos de Truchas y Castrocontrigo. Fuente: Dirección General de Estadística de Castilla y León. (<http://www.jcyl.es/sic/>, Consulta 20/02/09)

2.3. Estudio del medio

2.3.1. Situación geográfica

La zona de estudio se encuentra en los Montes de León, un conjunto montañoso localizado en el límite galaico-leonés, extendiéndose la zona de estudio entre los montes Aquilanos y la sierra de La Cabrera. Entre estos sistemas montañosos se encuentra el valle del río Eria, en su tramo de estudio, desde su nacimiento hasta su paso por el pueblo de Torneros de la Valderia. Esto supone un tramo de aproximadamente 30 km de longitud y 1000 m de desnivel.

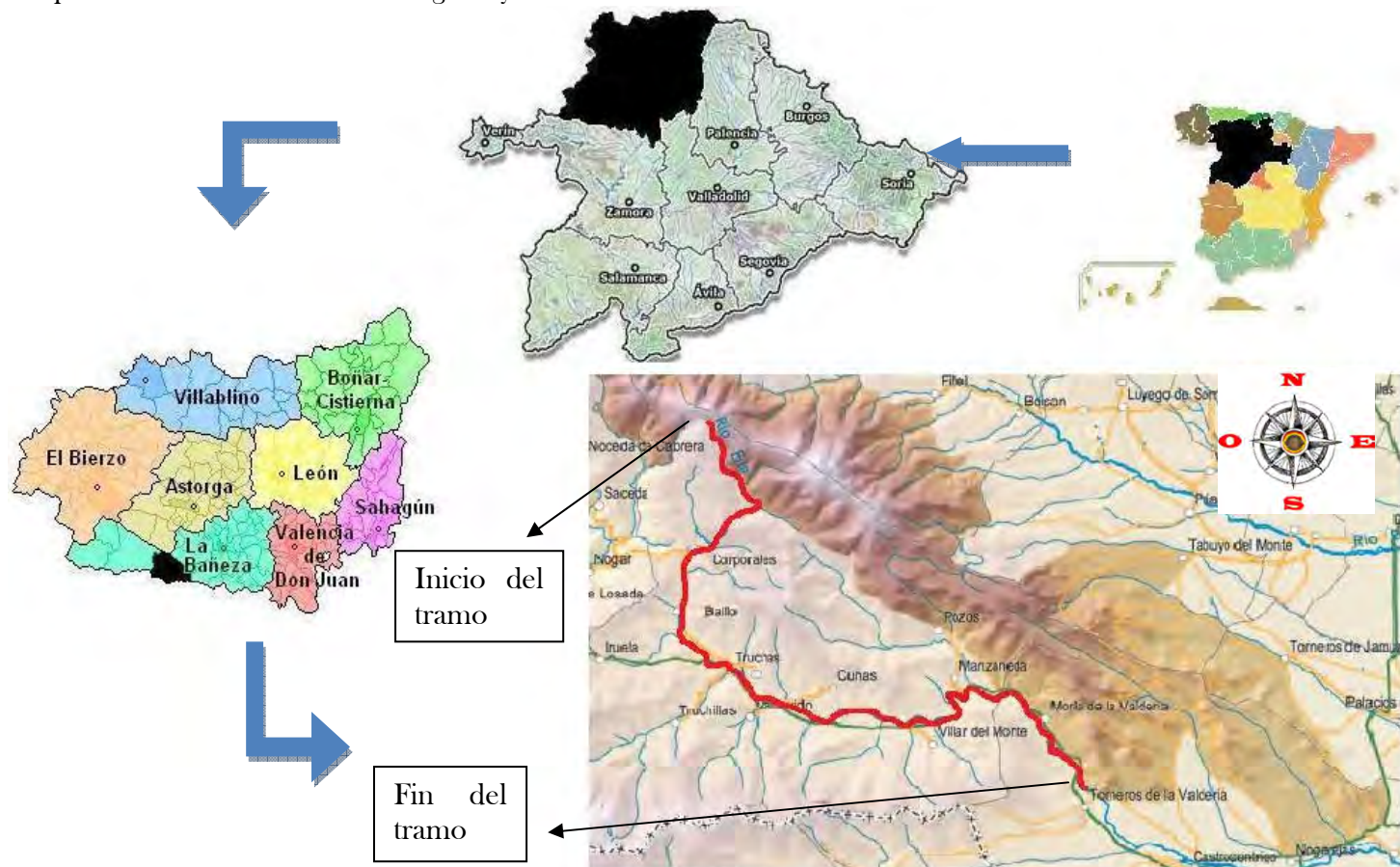


Figura nº 5- Croquis de situación

Las coordenadas de inicio y fin del tramo de estudio son:

Inicio: Latitud:	42.3600	Longitud: -6.4600
Fin: Latitud:	42.2100	Longitud: -6.2400

2.3.2. Orografía

El área de estudio comprende la cuenca vertiente de un tramo del río Eria, desde su nacimiento hasta su paso por el T.M. de Torneros de la Valderia, extendiéndose esta cuenca entre la Sierra del Teleno y la zona oriental de la Sierra de la Cabrera. Entre estas alineaciones montañosas aparece un valle del río Eria, fértil, estrecho y con grandes desniveles que alterna con ondulaciones pronunciadas, enmarcada en grandes alineaciones pizarrosas sobre potentes zócalos de cuarcita armoricana, alcanzándose la máxima altitud en el Pico Teleno de 2188 m. Además es importante destacar su papel limítrofe por el oeste con la cuenca vertiente del Miño, siendo una barrera natural entre las vertientes del Duero y del Miño, establecida por el eje montañoso: Piedrafita de Babia-Puerto de la Magdalena-Puerto del Manzanal- El Morredero.

Para el estudio de los estratos, de acuerdo con las características estructurales del área de estudio, se puede dividir está en dos zonas:

Cuencas Terciarias, que corresponde al borde occidental de la cuenca del Duero, adentrándose hacia el occidente a lo largo de los cursos de los ríos. Sus materiales son conglomerados con clastos de cuarcita, cuarzo, pizarras y arenas del Mioceno medio y del superior. Están presentes en esta zona las “rañas”, del tránsito del Neógeno al Cuaternario, formando mantos aplanados que constituyen la culminación de los piedemontes. Están constituidas por cantos y gravas cuarcíticas que dan lugar al desarrollo de suelos hidromórficos con horizonte superficial ferruginoso. Estas rañas se pueden encontrar en los dos márgenes del río Eria. Sobre los terrenos Terciarios se encuentran intercaladas extensas superficies o depósitos Cuaternarios en llanuras aluviales. Los materiales son conglomerados, gravas de gran tamaño y arenas.

La Zona Centroibérica representada por el Dominio “Ollo de Sapo” se localiza por debajo de la falla del Morredero, con dirección Sureste-Noroeste, va desde Arrabalde bordeando por el Norte de la Sierra del Teleno y los Montes Aquilianos, Pasando por el lago de Carucedo, hasta el vértice El Pájaro en la Sierra del Caurel. Los materiales que la forman son neis y paraneis con sillimanita que han sufrido una importante migmatización posterior, metaarcosas y metagrawacas del Precámbrico y Cámbrico; pizarras grises y cuarcitas armoricanas del Ordovícico inferior presentes en las Sierras del Teleno y de La Cabrera, en ésta última también pizarras y cuarcitas del Ordovícico medio y superior.

2.3.3. Hidrografía

2.3.3.1. Hidrografía del Eria

El río Eria nace en los Montes del Teleno, al suroeste de la provincia de León. Discurre entre praderas y zonas rocosas, tomando aguas de la multitud de arroyos y riachuelos existentes en la zona, con una vegetación de galería continua y profusa. Así atraviesa numerosos pueblos de la comarca de La Cabrera y La Valderia, llamada así por ser el valle del río Eria, desembocando en el río Órbigo en el pueblo de Manganosos de la Polvorosa, provincia de Zamora, tras recorrer aproximadamente 110 km. Sus aguas apenas sufren contaminación alguna, como se recoge en la directiva marco del agua (DMA), en la cual se clasifica en la categoría de río de montaña húmeda silíceo, y como zona potencial para establecer condiciones de referencia, obteniendo además una clase de calidad muy buena según diferentes indicadores.

2.3.3.2. Croquis de la red hidrográfica

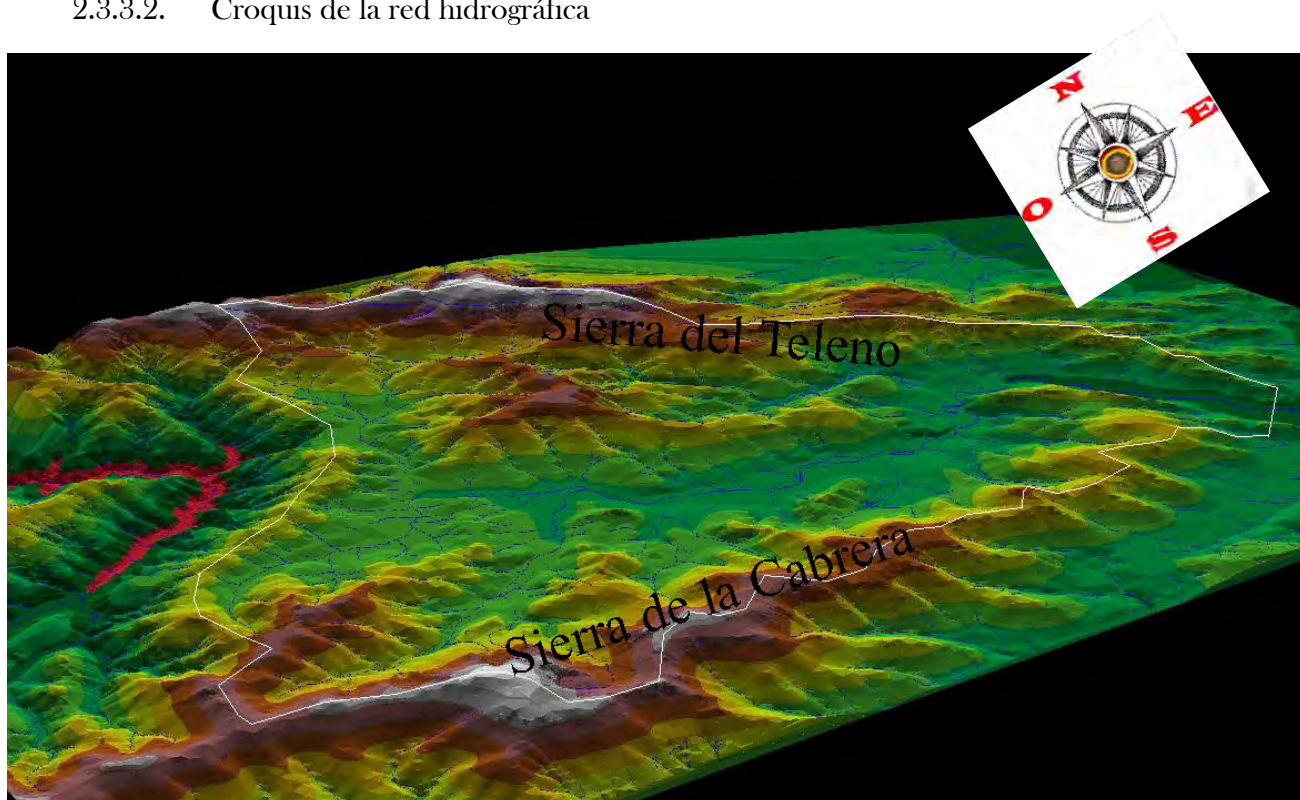
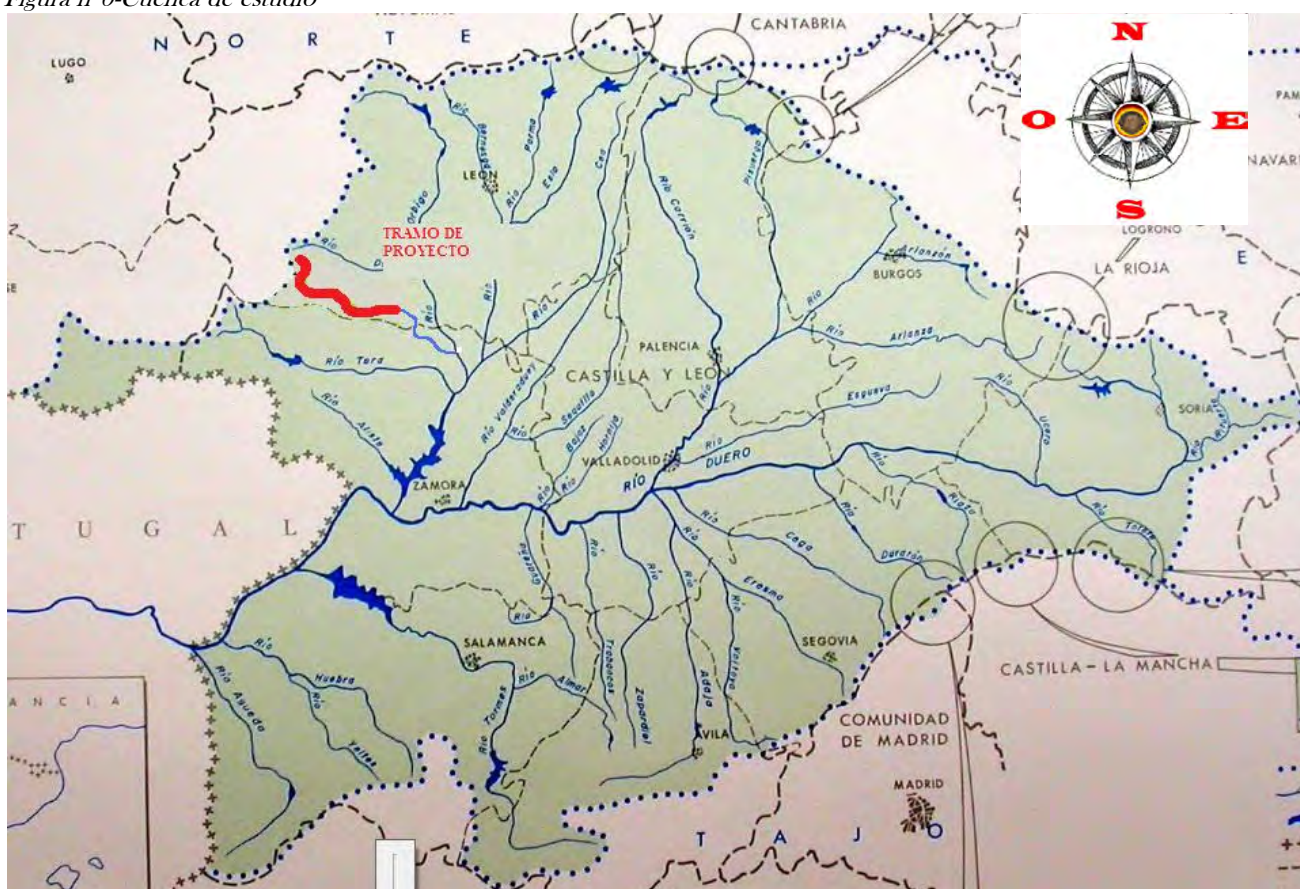


Figura n°6-Cuenca de estudio

Figura n°7- Croquis de la Red hidrográfica (Confederación hidrográfica del Duero, www.chduero.es)

2.3.4. Climatología

2.3.4.1. Elección de la estación meteorológica:

Realizado el pertinente estudio, se ha decidido que el observatorio meteorológico más homologable con la zona de estudio es el perteneciente al Instituto Meteorológico Nacional denominado:

Castrocontrigo (2752)

al:

1º, estar en la misma cuenca hidrográfica.

2º, tener la altitud más similar a la del área de estudio.

3º, encontrarse próximo.

Las coordenadas geográficas del observatorio son:

Latitud: $42^{\circ} 10' \text{ N}$.

Longitud: $6^{\circ} 11' \text{ W}$.

Estando instalado a una altitud de 920 m sobre el nivel del mar.

2.3.4.2. Datos meteorológicos de la zona:

Se recogen una serie de variables meteorológicas para la elaboración del año normal, cuadro resumen de la situación atmosférica ideal del observatorio, obtenidas en el periodo 1971-2001 (23 años completos y 8 incompletos).

Para la elaboración de un cuadro resumen de la situación atmosférica ideal del observatorio, llamado año normal, y que será la base de la futura caracterización climática del área de estudio, se han recogido los siguientes datos para el periodo comprendido entre 1971-2001 (23 años completos y 8 incompletos), ambos inclusive. Para las variables meteorológicas relativas a valores medios (T -temperatura media mensual en $^{\circ}\text{C}$, \underline{M} -temperaturas medias mensuales de las máximas en $^{\circ}\text{C}$ y \underline{m} -temperaturas medias mensuales de las mínimas en $^{\circ}\text{C}$) y totales mensuales (P - precipitación media mensual en mm), se determinan los valores característicos del año ideal mes a mes, obteniendo el valor promedio en el periodo de tiempo considerado. Las variables meteorológicas absolutas (M -temperaturas máximas absolutas mensuales en $^{\circ}\text{C}$ y m -temperaturas mínimas absolutas mensuales en $^{\circ}\text{C}$) no tienen ese tratamiento. El valor característico del año ideal será, para cada mes, el valor extremo (máximo o mínimo) de entre los observados en el periodo establecido. Así el Año Normal se expone en la siguiente tabla:

Meses	M(°C)	<u>M</u> (°C)	T(°C)	<u>m</u> (°C)	m(°C)	P(mm)
Enero	17,5	8,2	3,3	-1,5	-19,5	77,0
Febrero	22,0	10,4	4,9	-0,6	-11,0	66,2
Marzo	25,0	14,0	7,3	0,6	-11,0	42,7
Abril	29,0	14,9	8,4	1,9	-7,0	66,9
Mayo	33,0	18,6	11,7	4,9	-5,5	65,7
Junio	34,5	23,3	15,5	7,7	0,0	39,2
Julio	37,0	27,3	18,7	10,0	0,0	22,4
Agosto	37,5	27,1	18,5	9,9	1,0	18,2
Septiembre	37,0	23,0	15,5	8,8	-2,0	40,4
Octubre	31,0	16,7	10,8	4,8	-5,0	80,3
Noviembre	27,0	12,2	7,1	1,9	-20,0	74,6
Diciembre	22,0	9,3	4,8	0,1	-12,0	100,8
Anual	37,5	17,1	10,5	4,0	-20,0	694,4

Tabla n°1- Año medio

A partir de los datos del año medio se pueden caracterizar los regímenes pluviométricos y termométricos, de tal manera:

Régimen térmico:

Mes más cálido:	Julio/ 18,7 °C
Mes más frío:	Enero/ 3,3 °C
Temperatura media de las mínimas del mes más frío:	-1,5 °C
Temperatura media de las máximas del mes más cálido:	27,3 °C
Oscilación media anual de la temperatura:	28,8 °C
Temperatura media de las máximas en verano (Jul., Ago. y Sep.):	25,8 °C
Máxima absoluta del período de observación:	37,5 °C
Mínima absoluta del período de observación:	-20,0 °C
Meses con temperatura media inferior a 6 °C:	3 (Ene., Feb. y Dic.)
Meses con helada probable:	7 (Mar., Abr., May., Sep., Oct., Nov. y Dic.)
Meses de helada segura:	2 (Ene. Y Feb.)

Régimen pluviométrico:

Mes más lluvioso:	Diciembre / 100,8 mm
Mes más seco:	Agosto/ 18,2 mm
Precipitación en invierno (Ene., Feb. y Mar.):	185,9 mm (26,77%)
Precipitación en primavera (Abr., May. y Jun.):	171,8 mm (24,74%)
Precipitación en verano (Jul., Ago. y Sep.):	81,0 mm (11,66%)
Precipitación en otoño (Oct., Nov. y Dic.):	255,7 mm (36,82%)

Estación más lluviosa:	Otoño
Estación más seca:	Verano
Precipitación máxima anual en el periodo considerado	1057,8 mm

Años en que se supera la precipitación media anual (teniendo en cuenta sólo los que tienen todos los datos de precipitaciones mensuales totales): 10 años (40%)

Periodo vegetativo:

Meses de parón vegetativo por frío ($T < 6\text{ }^{\circ}\text{C}$):	3 (Ene., Feb. y Dic.)
Meses de parón vegetativo por aridez ($P < 2T$):	2 (Jul., Ago.)
Meses de actividad vegetativa plena:	7 (Mar., Abr., May., Jun., Sep., Oct. y Nov.)

2.3.4.3. Climodiagrama de Walter-Lieth

A continuación se muestra el climodiagrama de Walter-Lieth característico de la zona de estudio:

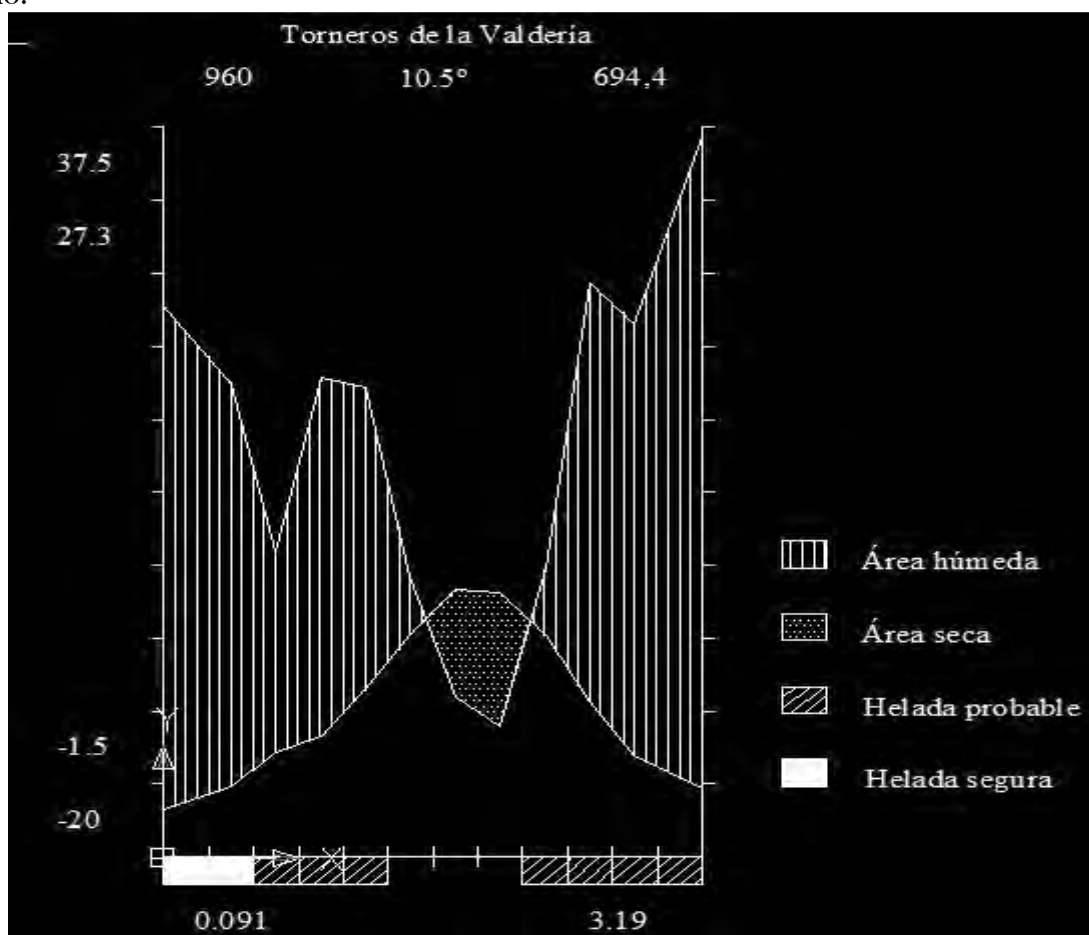


Figura n°8- Diagrama Walter-Lieth

2.3.4.4. Clasificación climática con base fitográfica

➤ Clasificación de Rivas Martínez

El proceso operativo de la clasificación por Rivas es el siguiente:

Determinación de la región bioclimática a la que pertenece la estación, de acuerdo con el ámbito biogeográfico es la región mediterránea.

Determinación del piso bioclimático:

$I_t = 172$, con lo que es el piso supramediterráneo.

Determinación del grado de humedad: Se define de acuerdo con la precipitación media anual, que en la zona de estudio es de 694,4mm por lo que es ombroclima subhúmedo.

➤ Clasificación por subregiones fitoclimáticas de Allué Andrade

El sistema fitoclimático desarrollado por Allué Andrade (1995) intenta establecer una correspondencia biunívoca entre clima y vegetación. A partir de los climodiagramas de Walter-Lieth, y con el empleo de la clave que se recoge en el anejo II- Estudio del medio, es posible determinar el subtipo fitoclimático en el que está incluida una localización y la vegetación que lleva asociada.

Así, se determina:

Subregión: VI (IV),

Subtipo fitoclimático: NEMOROMEDITERRÁNEO GENUINO

Con las siguientes asociaciones climáticas:

MEDITERRÁNEAS NO ILICINAS (coscojares)

MEDITERRÁNEAS ILICINAS (Encinares de *Quercus ilex* rotundifolia y alinares de *Quercus ilex*)

NEMORALES MARCESCENTES (Quejigares y melojares)

2.3.5. Edafología

En este apartado no se pretende recoger un estudio edafológico detallado, sino dar una visión general al respecto. Así, en el entorno de estudio se pueden encontrar los siguientes tipos de suelo (Ruiz de la Torre, 1996):

Cryorthent: Son entisoles que aparecen en la zona cryica, lo que sucede en zonas cuyas cotas superan 1600m, y en ella aparecen asociados a suelos de análogas características, pero en los que se observa un horizonte B estructurado (cámbico), como en las cumbres más elevadas del Teleno.

Xerorthent (Orthent "de clima seco"): Poseen un horizonte subsuperficial de diagnóstico - cámbico- en el que se hace patente su mayor grado de evolución, sin llegar a que la actividad de los procesos edáficos borre los rasgos heredados del material original.

Ustorthent (Orthent "de clima cálido"): Poseen un horizonte subsuperficial de diagnóstico - cámbico- en el que se hace patente su mayor grado de evolución, sin llegar a que la actividad de los procesos edáficos borre los rasgos heredados del material original.

Haploxeralf: Responde a una topografía relativamente estable, que ha hecho posible la iluviación de la arcilla y su posterior acumulación en un horizonte subsuperficial de diagnóstico - argílico- con fertilidad potencial alta.

2.3.6. Vegetación

2.3.6.1. Introducción

Se estudia en los siguientes epígrafes la vegetación potencial y la actual, con la intención de aportar una descripción general de la situación existente en el entorno del estudio.

2.3.6.2. Vegetación potencial

2.3.6.2.1. Series de vegetación

Siguiendo la clasificación climática con base fitográfica de Rivas Martínez, la estación se encuentra situada en la región mediterránea, piso supramediterráneo, ombroclima subhúmedo. Este piso se encuentra representado por la serie supramediterránea carpetano-leonesa húmeda silicícola de *Quercus pyrenaica. Holco mollis-Querceto pyrenaicae sigmetum*. (Salvador Rivas Martínez, 1987, Memoria del mapa de series de vegetación de España). Este grupo de series está muy extendido por todo el piso de vegetación supramediterráneo, teniendo su óptimo en la provincia corológica Carpetano-Iberico-Leonesa. La etapa madura o clímax de esta serie corresponde a robledales densos, bastante sombríos, creadores de tierras pardas con mull (*Quercenion pyrenaiceae*). Las etapas de sustitución son, en primer lugar, los matorrales retamoides o piornales (*Genistion Floridae*), que prosperan todavía sobre suelos mulliformes bien conservados y los brezales o jarales (*Ericenion aragonensis, Cistion laurifolii*), que corresponden a etapas degradadas, donde los suelos tienden a podsolizarse más o menos por la influencia de una materia orgánica bruta, aunque ésta podsolización está muy amortiguada en los subhúmedos bajo los jarales.

2.3.6.3. Vegetación actual

2.3.6.3.1. Vegetación no riparia

Bosques

Aparecen en la zona de estudio grandes extensiones boscosas formadas por distintas especies de manera monoespecífica a veces, y otras formando masas mixtas. Cabe destacar:

Pinares: de *Pinus pinaster* y *Pinus silvestris*, de forma mixta o monoespecífica, se extienden por toda la zona de estudio aunque no de manera continua, si es una constante en la mayoría de laderas. Forman agrupaciones boscosas densas, de gran extensión. Gran parte de ellos tienen su origen en repoblaciones forestales llevadas a cabo en la década de los cincuenta. El interés económico de estos pinares fue la obtención de resinas en un pasado, actualmente esto ha cambiado debido a la crisis del sector de la resina.

Melojares (*Quercus pyrenaica*): Se sitúan estos en las laderas generalmente, a veces ocupándolas en agrupaciones boscosas mixtas conjuntamente con el castaño (*Castanea sativa*) o por sí solo. También aparece en golpes dentro de algunos pinares. Son formaciones densas, con un sotobosque en las laderas formado por especies del género *Ulex*, *Genista*, etc.



Figura n°9- Interior de un melojar en el término municipal de Truchillas

Castañares (*Castanea sativa*): El árbol se reproduce normalmente, asilvestrándose en las comarcas más favorables y resultando en muchos territorios, especie paraclimax del bosque de frondosas. Los castañares de este territorio, tienen las características siguientes:

Se encuentran siempre como comunidad vicariante de robledales de *Quercion pyrenaicae*.

Representa un papel trófico importante al servir de alimento a las poblaciones de animales salvajes.

No se pueden enumerar los castañares del territorio estudiado debido a su elevado número; así podíamos asegurar que no hay pueblo que no tenga sus castaños más o menos numerosos (Ruiz de la Torre, 1996)

Matorrales

Existe un claro tipo de matorral dominante en la zona, el brezal. Constituido por *Erica arbórea* y *Erica aragonensis* en su mayoría, puebla la gran mayoría de laderas, con una gran densidad y profusión. Esto se debe principalmente a que se ha visto beneficiado de la acción del fuego, elemento importante en la formación del paisaje y costumbres locales, utilizado comúnmente en la labor ganadera y agrícola local. A parece también mezclado con golpes de *Genistella tridentata*, *Cytisus spp*, *Pteridium aquilinum*, entre otros. Ocupa un papel importante como zona de refugio de fauna. También ha sido apreciado por el aprovechamiento energético de sus cepas en las calefacciones de las casas.

Pastizales

Numerosos en las orillas de cualquier curso de agua y en las partes más altas de las sierras, forman un manto verde formado por, entre otras: *Avenulas spp*, *Cinodon dactylon*, *Trifolium repens*, *Agrostis spp*, *Dactylis glomerata*, etc. Su principal importancia reside en la producción de pastos para el ganado, especialmente los de las zonas altas por su valor de estiaderos, muchos de ellos todavía utilizados hoy para tal fin.

2.3.6.3.2. Vegetación riparia

Introducción

Se recorrió el río desde el término municipal de Torneros de la Valderia (Castrocontrigo) hasta el término municipal de Baillo (Truchas), haciendo un reconocimiento de “visu” de la vegetación riparia existente, comparándola con un estudio publicado por el centro de estudios y experimentación de obras públicas (La vegetación de ribera de la mitad norte Española, Lara *et al*). Así se determina la existencia de dos comunidades vegetales en el tramo del río estudiado.

- Saucedas salvifolias

Estas saucedas son formaciones arbustivas o arborescentes dominadas por el endemismo peninsular *Salix salvifolia*. En ellas suele hallarse el sauce negro (*S. atrocinerea*) y resulta especialmente constante su híbrido con el salvifolio (*S. x secalliana*); otros sauces arbustivos o arbóreos se incorporan de vez en cuando en la comunidad, pero siempre en escasa proporción, de forma que su contribución fisionómica es insignificante.

- Alisedas mesotrófas continentales típicas

Alisedas desarrolladas bajo clima continental y sustratos con cierto contenido de bases junto a ríos de gran caudal de las cuencas del Duero, Tajo y Ebro que no sufren marcados estiajes. Las sustituciones altitudinales se producen preferentemente por los otros tipos de alisedas continentales, dependiendo de las particularidades de cada cuenca. La Submeseta Norte (cuenca del Duero) es más compleja y pueden aparecer ambos tipos de alisedas: hercínicas en Sistema Central y Montes de León y submediterráneas mesotrófas en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica. Tras su degradación son reemplazadas por saucedas blancas arbóreas. Una alteración muy intensa da paso a saucedas mixtas – particularmente en el Duero y Tajo – o mimbreras calcófilas. Las Alisedas mesotrófas continentales típicas están especialmente desarrolladas en la Submeseta Norte, donde constituyen la vegetación ribereña madura de los grandes ríos, como el mismo Duero, el Arlanzón o el Carrión.

Estas dos comunidades vegetales anteriores se desarrollan por el tramo de río estudiado de forma que en la cabecera del tramo en estudio la vegetación de galería estaría compuesta de *Populus nigra*, *Alnus glutinosa* y prados de diente principalmente, apareciendo pies de *Salix atrocinera* y *Sambucus nigra*. A medida que descendemos por el curso del río, irán apareciendo otras especies tales como: *Betula celtiberica*, *Ulmus minor*, *Frangula alnus*, *Salix purpurea*, *Salix salvifolia*, *Populus tremula*, *Fraxinus angustifolius*, etc, en detrimento de *Populus nigra* y *Alnus glutinosa*. La presencia de prados, de diente o de siega, o bien pastizales o herbazales de vivaces es una constante en el tramo en estudio. También aparecen diversas inclusiones de cultivos agrícolas y de *Quercus pyrenaica* existente en las laderas.

2.3.6.4. Conclusión

La gran diversidad de ambientes en la zona de estudio explica la elevada biodiversidad que alberga, proporcionando refugio y alimento a numerosas especies de aves y mamíferos, lo cual le ha supuesto su entrada en Red Natura 2000. El número de comunidades vegetales es más alto en esta zona que en las llanuras limítrofes debido a su orografía.

Además cabe destacar la singularidad botánica constituida por el monumento natural del lago de Truchillas, cuyo origen glaciar ha dado lugar a comunidades vegetales distintas de las del resto de la cuenca.

El amplio conjunto de factores que intervienen en la distribución y composición de las diferentes comunidades riparias exige la consideración de estas relaciones como tendencias que pueden ser impulsadas o frenadas por la interacción de diversos aspectos de índole natural y artificial (www.mma.es/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/dominio_hidraulico/vegetacion_ribera/comunidades_riparias/index.htm, consulta 20/04/2009), pudiendo por tanto verse afectadas fuertemente por cualquier alteración en el ecosistema fluvial.

Por último destacar que este espacio es un entorno amenazado por el incremento de las explotaciones mineras a cielo abierto, la instalación de parques eólicos, la apertura de nuevas pista y los incendios forestales, amenazas todas ellas que pueden contribuir a la alteración de la vegetación del lugar.

2.3.7. Fauna

2.3.7.1. Introducción

El objetivo principal de este epígrafe no es otro que mostrar, de forma general, la riqueza faunística existente en la zona de estudio, la cual le ha hecho merecedora de inclusión en dos áreas Red Natura 2000, Sierra de la Cabrera y Montes Aquilanos, mostrándose por separado.

2.3.7.2. Montes Aquilanos

En total, la zona de estudio cuenta con 13260 has dentro de esta Z.E.P.A. Un 53,26% del total de la Z.E.P.A está considerado hábitats de interés comunitario.

Los mayores valores de este espacio protegido derivan de las importantes poblaciones de especies asociadas a los pastizales y roquedos de montaña (aguilucho pálido, *Circus cyaneus*, y halcón peregrino, *Falco peregrinus*, sobretodo, pero también águila real, *Aquila chrysaetos*, perdiz pardilla ibérica, *Perdix perdix*, vencejo real, *Apus melva*, roquero rojo, *Monticola saxatilis*, y pechiazul, *Luscinia svecica*), así como a las masas forestales existentes (águila culebrera, *Circaetus gallicus*, águila calzada, *Hieraetus pennatus*, y halcón abejero, *Pernis apivorus*). También es importante destacar la presencia de especies no ornitológicas como: el murciélago pequeño de herradura (*Rhinolophus hipposideros*), el murciélago grande de herradura (*Rhinolophus ferrum-equinum*), el murciélago de cueva (*Miniopterus schreibersi*), el murciélago ratonero grande (*Myotis myotis*) la nutria (*Lutra lutra*), la salamandra rabilarga (*Chioglossa lusitánica*), el galápago leproso (*Mauremys leprosa*), la lagartija serrana (*Lacerta monticola*) el lagarto verdinegro (*Lacerta schreiberi*), la boga (*Chondrostoma polylepis*) y la babosa terrestre (*Geomalacus maculosus*).

2.3.7.3. Sierra de la Cabrera

En total 2485 has de la zona de proyecto forman parte de esta Z.E.P.A. Un 77,76% del total de la Z.E.P.A. está considerado hábitats de interés comunitario.

El espacio tiene interés principalmente por la población reproductora de Perdiz Pardilla Ibérica (*Perdix perdix*). Destacan también las comunidades de aves asociadas a los pastizales, matorrales y roquedos de alta montaña (Acentor Alpino, *Prunella collaris*, Pechiazul, *Luscinia svecica*, Roquero Rojo, *Monticola saxatilis*, ...). Existe muy poca información concreta y actualizada sobre la avifauna de este enclave. Además es importante destacar la presencia de: el desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*), la nutria (*Lutra lutra*), la salamandra rabilarga (*Chioglossa lusitánica*), la lagartija serrana (*Lacerta monticola*) el lagarto verdinegro (*Lacerta schreiberi*), la boga (*Chondrostoma polylepis*) y La babosa terrestre (*Geomalacus maculosus*).

2.3.7.4. Conclusiones

Una gran biodiversidad de fauna encuentra aquí hasta 25 tipos de hábitats distintos del anexo I Dir. 92/43/CEE, proporcionando así hábitats idóneos para su conservación y mejora de las poblaciones, aumentando la importancia de la zona al estar clasificadas muchas de las especies que se encuentran en estos hábitats como amenazadas. Además la baja densidad de población beneficia a la tranquilidad de la fauna.

Es importante mencionar también la importancia poblacional de algunas especies que se encuentran aquí como por ejemplo la importante población reproductora de aguilucho pálido (*Circus cyaneus*) que aproximadamente representa el 2% de la población total de España.

2.3.8. Espacios naturales protegidos

La zona de estudio cuenta con dos Z.E.P.A., no incluyendo al río Eria en ellas, pero si a parte de su cuenca vertiente. Estos dos espacios protegidos son: Sierra de la Cabrera y Montes Aquilanos.

Descripción Z.E.P.A. Sierra de la Cabrera

Este espacio protegido incluye la vertiente sur de la Sierra de La Cabrera (unas 20.000 has.) al noroeste de la provincia de Zamora, limitando con León, provincia de la que también incluye una pequeña superficie. Se trata de un territorio montañoso con cumbres por encima de los 2.000 metros de altitud (Barcenilla, Peña Negra, Vizcodillo), donde predominan los pastizales y matorrales de montaña con algunas zonas de cortados calizos y canchales en los puntos más elevados. Amplias superficies de pinares de repoblación y de matorral con algunos robledales, aunque, en general, las masas forestales se encuentran bastante degradadas. El nacimiento de varios ríos (Trefacio, Negro ...) y la existencia de numerosos arroyos crean, en ocasiones, barrancos profundos con mayor cobertura vegetal en sus márgenes. En los fondos del valle y proximidades de los núcleos de población se ubican los cultivos agrícolas y las huertas. Se incluyen pequeñas lagunas y turberas de origen glaciar (La Baña, Truchillas). Este espacio protegido limita al oeste con la ZEPA "Lago de Sanabria y alrededores".

Descripción Z.E.P.A. Montes Aquilanos

Este espacio protegido incluye las áreas más elevadas de esta extensa alineación montañosa situada en el suroeste de la provincia de León, en sentido noroeste-sureste, que incluye parte de los Montes de León (Montes Aquilanos, Sierra del Teleno y Sierras del Pinar de Tabuyo). El territorio (unas 33.000 has.) presenta considerables elevaciones con algunos picos por encima de los 2.000 metros (El Teleno, 2.183 m). Las zonas más altas están cubiertas de pastizales y matorrales, y presentan algunos roquedos y canchales. En las laderas de las sierras aparecen extensos bosques, principalmente pinares de repoblación y robledales (destacando el extenso Pinar de Tabuyo) y en las zonas más bajas importantes manchas de castaños. En los valles (que en algunos casos se sitúan por debajo de los 1.000 metros de altitud) pueden localizarse prados de siega, huertas y algunos cultivos. Se incluye el conjunto de Las Médulas, un lugar de gran interés paisajístico declarado como Patrimonio de la Humanidad.

Todo lo referente a la importancia faunística de estos espacios se ha expuesto en el epígrafe 2.3.7. Fauna.

2.4. Caracterización del sistema de riego

Para caracterizar el sistema de riego de Torneros de la Valderia, semejante al que podemos encontrar en los pueblos de esa misma zona, tendremos en cuenta dos aspectos del mismo, por un lado la obra transversal construida en el río para realizar la derivación de agua, azud de riego, y por

otro, la red de canales existente y necesaria para transportar el agua derivada del río hasta las propias fincas agrícolas.

Azud de riego

A lo largo del tramo de río en estudio, no sólo se encuentra el azud de Torneros de la Valderia, sino otros muchos que desarrollan labores de derivación de agua para riego de parcelas agrícolas próximas, pudiéndose asegurar que cada pueblo tiene, o al menos tuvo, uno dentro de su término municipal.

La mayoría de estos azudes fueron contruidos por los propios vecinos de las diferentes poblaciones, sin ayudas técnicas ni conocimientos de ingeniería hidráulica, siendo realizados con materiales rudimentarios y del lugar (piedras, ramas, troncos, plásticos, etc.), sin ninguna clase de estudio técnico ni medio ambiental, lo cual conlleva un periódico mantenimiento de los mismos, puesto que son muy sensibles al tiempo y los cambios de caudal del mismo río, y daños medio ambientales al propio ecosistema del río, los cuales no han sido minorizados por ninguna obra técnica u otro tipo de medida correctora.



Figura nº10.- Detalle de la construcción del actual azud de Torneros de la Valderia.

Canales de distribución

Esta es una parte importante del sistema de riego, pues determinará el rendimiento del propio sistema, pues es en el transporte del agua derivada del río donde se pueden producir grandes pérdidas, sobretodo y en este caso por infiltración.

En la distribución del agua de riego hay que destacar, como se hará posteriormente en el apartado de mejora de distribución del agua de riego del anejo III-Ingeniería del estudio, la existencia de una gran cantidad de canales, excavados directamente en la tierra, comunicados unos con otros. En la actualidad gran parte de ellos no se usan, pero dentro de los que se encuentran funcionales existe uno principal, que abastece al resto. Este canal principal, con una longitud de 1180 m, será el objeto de este estudio, puesto que de él dependen los demás.

Es importante destacar la forma de construcción de estos canales, al igual que los azudes muy rudimentaria, directamente excavados en la tierra, lo cual conlleva unas grandes pérdidas por filtraciones, entre otras desventajas, así como un periódico mantenimiento para su correcto funcionamiento.



Figura nº11.- Canal después de la realización del mantenimiento periódico.

3. Diagnóstico de la situación actual

3.1. Problemática existente

Tras el estudio del tramo de río considerado, así como del sistema de riego existente en el pueblo de Torneros de la Valderia, se puede observar los siguientes problemas:

➤ En las canalizaciones

La distribución del agua mediante canales excavados en tierra, sin ningún tipo de protección implica grandes pérdidas por infiltración, obligando a derivar más cantidad de agua de la meramente necesaria para el riego. A su vez, precisa de periódicas actuaciones de mantenimiento para subsanar problemas de erosiones, sedimentaciones, aterramientos debidos a la vegetación u otros factores, etc.

➤ En la derivación de agua

Lo rudimentario de la técnica de construcción de este azud conlleva 3 problemas principales asociados:

- 1.- La existencia de materiales biodegradables (ramas y troncos) dando impermeabilidad al paramento conlleva la rápida pérdida de esta impermeabilidad.
- 2.- La existencia de huecos u orificios en el paramento, debido a la falta de cohesión de los materiales que lo forman, que provoca pérdidas de agua a través de éste, comprometiendo su estabilidad y siendo una de las causas de la necesidad de realizar continuos mantenimientos.
- 3.- Al carecer de cimentaciones correctas los esfuerzos a los que se ve sometido el paramento provocan graves deterioros en el mismo, siendo otra de las causas de los continuos mantenimientos.

➤ En el ecosistema

La creación de un azud en el río supone una barrera infranqueable para fauna piscícola, impidiendo el libre tránsito de ésta por el río y la comunicación de las poblaciones aguas arriba y aguas abajo del paramento. La creación de estos azudes por parte de los propios vecinos ha llevado asociada la falta de dispositivos de paso en estas obras que corrijan estos efectos negativos.

Las grandes pérdidas por infiltración existentes en los canales actuales conllevan la derivación de gran cantidad de agua del río, teniendo que derivar de éste el agua necesario para el riego y para las pérdidas por infiltración.

Las actuaciones de mantenimiento de estas obras llevadas a cabo por los regantes pueden provocar la utilización, en algunos casos, de materiales poco respetuosos con el medio ambiente, pudiéndose encontrar materiales como plásticos o colchones.

3.2. Estudio de soluciones

➤ En la canalización

Tras el análisis de la distribución de agua derivada mediante la canalización de ésta a través de canales en tierra sin ningún tipo de revestimiento, se pueden apreciar las numerosas desventajas de este sistema. El bajo coste económico de esta técnica no justifica las numerosas desventajas del mismo. Existen muchas alternativas a este método de distribución del agua, todas ellas basadas en el revestimiento del propio canal con materiales más impermeables que la propia tierra, como se expondrá más adelante, todas ellas suficientemente impermeables como para reducir notablemente las pérdidas por infiltración existentes, además de eliminar otros problemas como: la erosión, el aterramiento, la sedimentación, etc. al evitar el contacto del flujo del agua con el suelo. De esta forma se reducirá también la cantidad de agua derivada del río, reduciendo el impacto negativo sobre el ecosistema fluvial.

➤ En la derivación

La existencia de azudes, diques o presas en cualquier ecosistema fluvial debe estar justificada en la realización de una función, necesaria para la sociedad, de forma que la pérdida de ésta lleve asociada la eliminación de la obra, aunque no siempre sea así, devolviendo al ecosistema fluvial su estado natural.

Sin embargo, la presencia justificada de una obra de estas características debe tener en cuenta los efectos adverso en el ecosistema que conlleva, aislamiento de poblaciones, impedimentos en la reproducción de algunas especies, etc, diseñándose con medidas correctoras de éstos, y si fuese necesario, llevando a cabo diferentes obras de mantenimiento en las mismas que aseguren que dichas medidas correctoras seguirán funcionales a lo largo de la vida útil del azud, dique o presa.

El avance de las técnicas y medios de construcción, diseño y materiales de estas obras, así como el desarrollo de las leyes que las rigen desde la construcción de algunas de ellas hasta los tiempos actuales, unido a lo rudimentario en todos estos aspectos de las obras existentes en el tramo de estudio, ha provocado que muchas de estas construcciones se encuentren “obsoletas”, siendo la opción más correcta, para el desarrollo de su función con el mínimo efecto negativo sobre el medio natural, la sustitución del azud actual por otro nuevo que incorpore las mejoras en las distintas facetas antes mencionadas. Así, para reducir el efecto barrera creado por estas obras se hace necesario dotarlas de dispositivos de paso para la ictiofauna, a aquellas que no lo tengan, o realizar actuaciones de mantenimiento en las que existan.

3.3. Actuaciones previstas

Las actuaciones previstas en el presente estudio para resolver los problemas existentes antes mencionados, sin perjuicio de otras actuaciones complementarias posibles, son:

- Mejora de la distribución del agua de riego en el T.M. de Torneros de la Valderia.
- Mejora de distintas obras transversales
- Eliminación de obstáculos artificiales.

Todas estas medidas serán desarrolladas en el siguiente apartado, ingeniería del estudio.

4. Ingeniería del estudio

4.1. Mejoras de la distribución del agua de riego

4.1.1. Introducción

El municipio de Torneros de la Valdería cuenta con una red de canales excavados en tierra que distribuye el agua derivada del río Eria. Estos canales sin ningún tipo de revestimiento llevan asociados numerosos problemas de pérdidas por infiltración, erosión, sedimentación, etc.

Así, se hace necesario dar solución a estos problemas, para reducir el volumen de agua extraída del río, mejorando en la medida de lo posible la función actual de los canales existentes.

4.1.2. Canales a mejorar

Debido al abandono del campo muchos de los canales se encuentran en desuso, entre los que todavía se encuentran en uso, se puede ver en la siguiente fotografía aérea el principal (en rojo) y los secundarios (en azul).

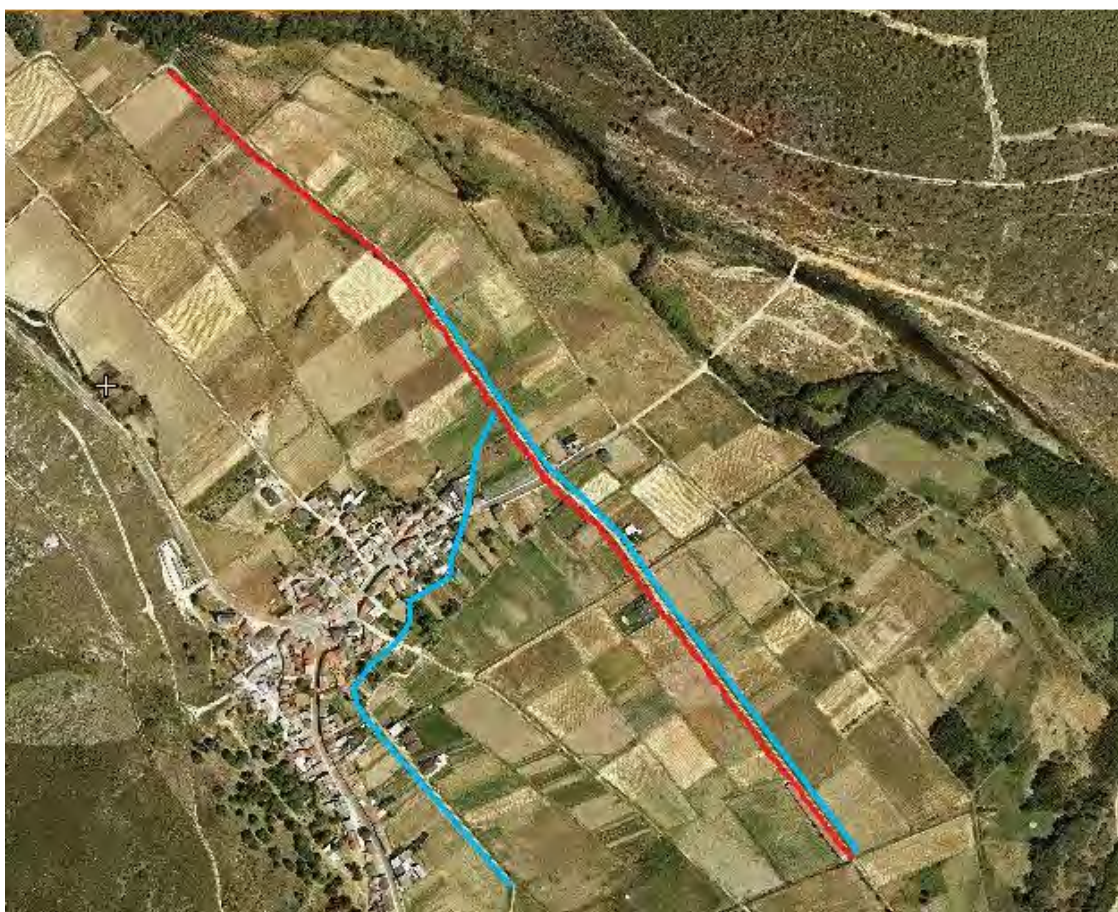


Figura nº12: Fotografía aérea de los canales en uso de Torneros de la Valdería (Fuente: Fuente: www.sitcyLjcyL.es)

Aunque la finalidad de este estudio no es la de mejorar la totalidad de la red de canales de todo el pueblo, si debe de tenerse en cuenta el caudal circulante por el principal, puesto que es el que se extrae del río mediante el azud de estudio de Torneros de la Valdería. Este caudal, dato importante

para el diseño del azud, debe ser el mínimo necesario para satisfacer la demanda de agua de riego de la población sin causar grandes impactos en el río.

4.1.3. Elección del tipo de canal.

Para reducir las pérdidas por infiltración se analizaron diferentes soluciones, puesto que no se pueden asumir las pérdidas existentes en un canal de tierra. Para poder elegir el tipo de construcción adecuada se construyó una lista, la cual puede verse en el anejo de ingeniería del estudio, con las diferentes alternativas, aportando a cada una de ellas las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas. Así se optó por las placas de hormigón prefabricadas para mejorar los canales de riego.

4.1.4. Determinación de las dimensiones del canal prefabricado

4.1.4.1. Determinación del caudal de cálculo (Q_{cal})

Metodología

Para determinar el caudal de cálculo se recurrió a la hipótesis siguiente, debido a la inexistencia de datos de caudales desviados del río hacia los canales o de caudales mínimos necesarios para el riego; el caudal de cálculo será igual al máximo caudal que puede circular por la sección con menor capacidad para evacuar caudal (sección hidráulica más desfavorable) de todo el canal de riego actual.

La determinación de la sección hidráulica más desfavorable se llevó a cabo dividiendo el canal principal en tres tramos de condiciones hidráulicas semejantes. En cada uno de estos tres tramos se evaluaron sus condiciones hidráulicas, para poder comparar entre ellos, mediante tres parámetros; la sección mojada, la pendiente y la rugosidad.

Una vez localizada esta sección, se calcula el máximo caudal que puede circular por ella. Utilizando la fórmula de continuidad (1), en la cual conocemos el factor sección mojada (S_m), determinado por la geometría, el factor velocidad (V) lo obtenemos mediante la fórmula de Manning (2), introduciendo en la ecuación un valor de n estimado previamente. Para estimar los valores de la n de Manning a introducir en la fórmula de Manning se realizó una toma de datos de velocidades del flujo del agua en el interior del canal, pendiente del canal y distintas mediciones de su geometría. Con esos datos se logra estimar la n de Manning despejando dicho parámetro de la fórmula (2). Además se obtiene una segunda estimación utilizando la tabla de valores del coeficiente de rugosidad n expuesta en el anejo de ingeniería de proyecto.

$$(1) \quad Q = V \cdot S_m$$

$$(2) \quad V = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Siendo:

V: Velocidad en m/s

Rh: Radio hidráulico en m

I: pendiente en tanto por uno

n : n de Manning

Q: Caudal en m³/s

S_m : Sección mojada en m²

Determinación de la sección hidráulica más desfavorable

Se dividió el canal principal en tres tramos de características hidráulicas semejantes, tomando para cada uno de ellos datos de pendientes, secciones mojadas y rugosidades. En base a estos datos, el tramo 3 se considera el tramo más desfavorable para la circulación de agua por el canal.

Estimación de la n de Manning

Toma de datos

La toma de datos debe aportar información sobre las condiciones hidráulicas en las que circula el agua actualmente. Para ello, en los tres tramos obtenidos de la división del principal en el apartado anterior se tomaron los siguientes datos:

Velocidades medidas con caudalímetro en orillas y centro del canal en m/s

Pendiente del canal medida con clisímetro en %

Calados de las orillas, central y máximo del canal en el tramo en cm

Anchura del canal en cm

n de Manning asignada mediante una tabla expuesta en el anejo de ingeniería del estudio.

Resultados

Tras la medición de los datos de geometría del canal y velocidades del flujo de agua por el interior del canal, se puede despejar la n de Manning de la siguiente forma:

$$n \text{ de Manning} = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}}{V}$$

Siendo :

V: Velocidad en m/s

Rh: Radio hidráulico en m

I: pendiente en tanto por uno

Obteniendo una estimación de la n de Manning de 0,049 para una pendiente (I) de 0,25%. También se obtiene una estima de 0,05 para la n de Manning según la tabla antes mencionada.

Calculando los caudales para las dos rugosidades anteriores se puede observar que los caudales son muy semejantes, por lo que se asignará una n de Manning de 0,05 para el canal.

Caudal (n=0,049) = 0,024 m³/s

Caudal (n=0,05) = 0,023 m³/s

Estimación del caudal de cálculo (Q_{cal}).

El máximo caudal que puede circular por la sección hidráulica más desfavorable (tramo 3) es el que circularía por el canal con un calado igual al máximo posible (75 cm asumiendo un resguardo de 5 cm), siendo en este caso las características del tramo las siguientes:

Sección mojada 0,96 m²

Perímetro mojado 2,78m

Radio hidráulico 0,345 m

Pendiente del 0,25%
n de Manning 0,05

En esta situación la velocidad obtenida por la fórmula de Manning es de 0,492 m/s, dando un caudal de cálculo de **0,472 m³/s**.

4.1.4.2. Elección de la sección del canal prefabricado

Con los datos de dimensiones de canales prefabricados de hormigón de la empresa *Tubosca* se ha realizado una tabla con los caudales que evacua cada dimensión, manteniendo la pendiente del canal (0,25%) y suponiendo la sección mojada igual a la sección llena con un resguardo de 5 cm. Así, la sección elegida es cuadrada de 50 cm de ancho, 100 cm de alto y 120 cm de longitud, que es capaz de evacuar un caudal de 0,620 m³/s, superior al máximo caudal posible en el canal de 0,472 m³/s, para una longitud total de 1180 m de canal principal.

4.2. Inventario de obstáculos

4.2.1. Objetivo:

Se pretende aportar información sobre la existencia de barreras en el río que impidan el paso a la ictiofauna, su localización, su estado, su carácter, su forma, su funcionalidad, etc. También se aportan datos sobre medidas existentes para la mitigación del efecto barrera producido por los mismos. Toda esta información permitirá plantear medidas de actuación en los distintos obstáculos para minimizar su impacto en la fauna acuática, así como también aportará una justificación a la construcción de una obra de paso en el azud de estudio.

4.2.2. Procedimiento:

Para la toma de toda esta información, se creó una ficha de toma de inventario de obstáculos recogida en el anejo de ingeniería del estudio, con ella, se procedió a recorrer el tramo de río en estudio, en sentido ascendente haciendo un reconocimiento de “visu” de todo aquello que represente un obstáculo para la ictiofauna, rellenando “in situ” la ficha anterior en cada obstáculo identificado con las características que de él se apreciaban, pudiéndose reconocer 11 obstáculos.

4.2.3. Plano de la zona inventariada.

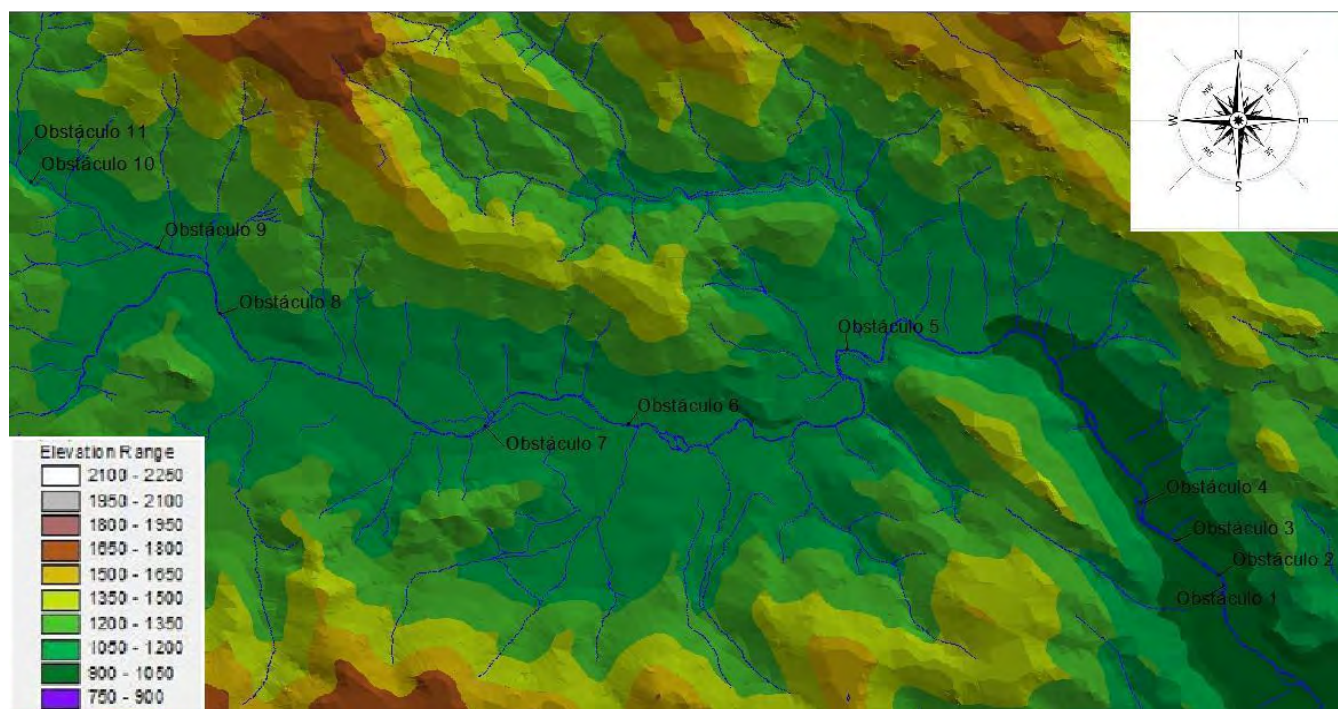


Figura n°13- Plano de la zona inventariada

4.2.4 Resumen de los obstáculos:

Obstáculo n° 1-La Fervienza

Se trata de un salto natural, con atractivo turístico, y sensible a cualquier actuación que pueda dañar el paisaje por su cercanía con la carretera local LE-126. Se encuentra situado en el T.M. de Torneros de la Valderia.

Para este obstáculo no se opta por ninguna medida debido a su carácter natural.

Obstáculo n°2-Por encima del puente de La Fervienza

Es éste un obstáculo de carácter natural, localizado en el término municipal de Torneros de la Valderia. Cabe destacar la sensibilidad paisajística del lugar, visible desde la carretera local LE-126.

No se propone ninguna medida para este obstáculo.

Obstáculo n°3- Morla de la Valdería, pozo antigua

Este salto natural se encuentra en el Término de Morla de la Valdería. Carece de obra de paso alguna y función determinada.

No se propone actuación alguna por el carácter natural de este obstáculo.

Obstáculo n°4- Presa de Morla de la Valdería

Este obstáculo de carácter artificial, situado en el término municipal de Morla de la Valdería, fue diseñado para desviar agua hacia una central hidroeléctrica próxima, la cual proporciona

electricidad a los pueblos del lugar. La rotura que sufrió hace unos años obligó a su reparación, aprovechando para dotarla de una escala para peces funcional en la actualidad.

En este caso en particular no se proponen medidas de actuación alguna, a excepción de revisar el estado de la artesa periódicamente por si fuese necesario algún tipo de mantenimiento por obstrucciones u otros.

Obstáculo nº5- Zona de baño de Manzaneda

Este azud de carácter artificial se sitúa en el término de Manzaneda, cuya función es crear una zona de baño, la cual es visible desde la carretera local LE-126. Tiene roturas en algunos tramos del paramento de la misma, lo cual actúa de zona de paso para la ictiofauna.

Se aconseja la sustitución del obstáculo por un azud de nueva construcción, resolviendo así los problemas de roturas del actual y mejorando la zona de baño, reduciendo el mantenimiento del azud (el actual se repara anual). Este nuevo azud deberá ir acompañado de un dispositivo de paso para la fauna acuática, optándose debido a su baja altura de coronación por la instalación de una serie compuertas.

Obstáculo nº6- Prados de Quintanilla de Yuso.

Este obstáculo artificial de tipo azud, situado en el término municipal de Quintanilla de Yuso, cumplía la función de almacenar agua para riego de los prados colindantes, los cuales se aprovechaban para alimento del ganado. Su estado de conservación actual es malo, con roturas de algunos tramos del paramento. Además no tiene ningún tipo de obra de paso.

Este azud debe ser demolido en su totalidad por la falta de funcionalidad, eliminando así totalmente el efecto barrera creado.

Obstáculo nº7- Pueblo de Quintanilla de Yuso.

Este azud se sitúa próximo al pueblo de Quintanilla de Yuso, desviando agua para el riego de huertas y prados, función que sigue desempeñando actualmente. En cuanto a su estado de conservación, se aprecian problemas de deterioro del material en ella. Además, no cuenta con ningún tipo de obra de paso de la ictiofauna.

Se deberá en este caso de sustituir el azud actual por otro de nueva construcción que mejore las prestaciones de la existente y minimice el caudal extraído del río, dotándose con obra de paso para la ictiofauna.

Obstáculo nº8- Serrería de Truchas

Esta barrera artificial de tipo azud se sitúa en el pueblo de Truchas. La función principal para la que se construyó fue la de desviar agua hacia una serrería cercana, para facilitar la energía necesaria para el funcionamiento de los distintos aperos. Actualmente esta serrería se encuentra abandonada. Su estado de conservación es bueno en la actualidad. El azud, a su vez, no cuenta con ningún dispositivo de paso para la ictiofauna.

La actuación a realizar en este obstáculo es la demolición del mismo por la pérdida de la función por la cual fue creado, que hace innecesaria su presencia en el río.

Obstáculo nº9- Presa de Truchas

Es este un obstáculo artificial, construido próximo al pueblo de Truchas. Las funciones que desarrollaba este azud son dos: por un lado, abastecía de agua un molino cercano para la energía que necesita en su funcionamiento, por otro abastecía de agua de riego a los prados y huertas cercanos. Los problemas de roturas en su paramento y deterioro del material son evidentes. Además no tiene obra de paso para facilitar el movimiento de las poblaciones piscícolas por el río.

Así, se deberá destruir el obstáculo, puesto que en la actualidad carece de función alguna a desarrollar, siendo inútil su mantenimiento en el río.

Obstáculo nº10- Presa Truchas-Baillo

Es este un azud de construcción artificial localizado entre los pueblos de Truchas y Baillo. Su construcción obedecía principalmente a abastecer de agua de riego a los prados próximos, los cuales algunos todavía se encuentran en producción de pasto para su posterior aprovechamiento ganadero. Este azud tiene problemas de deterioro del material. Cuenta con una obra de paso, aunque ésta se encuentra atascada por maleza, piedras, etc.

Al estar dotado de obra de paso, se procederá a una adecuación de la misma.

Obstáculo nº11- Truchas-Baillo 2

Es éste un caso de un azud artificial que supone una barrera para el paso de la ictiofauna. Situado entre los pueblos de Truchas y Baillo. El único objetivo de este azud era el de abastecer de agua de riego los prados adyacentes. Este objetivo carece de vigencia en los días de hoy, y los vecinos han dejado de realizar un mantenimiento periódico del azud. En la actualidad presenta problemas de colmatación y deterioro del material. Este azud carece de obra de paso.

Se deberá por tanto realizar la demolición del obstáculo debido a la falta de una función a cumplir por el mismo, eliminando así la barrera que supone su presencia para las poblaciones piscícolas.

4.3. Estudio de las obras transversales propuestas

4.3.1. Objetivos.

Las obras transversales propuestas deben cumplir con la función principal de la obra transversal a la que sustituyen y garantizar la adecuada transitabilidad de la ictiofauna por el río, para lo cual se les dotará con las medidas pertinentes en cada caso.

4.3.2. Emplazamientos

Con la finalidad de disminuir el volumen de obra, en el azud propuesto para el obstáculo 7, se cambiará su emplazamiento actual. Para la creación del azud del obstáculo 5, se mantendrá su emplazamiento original, puesto que existe ya una infraestructura en la zona (zonas ajardinadas, merenderos, mejoras en los accesos, etc) que carecerían de utilidad al cambiar el emplazamiento del azud.

4.3.3. Elección del tipo de fábrica.

Para estas obras transversales, son normales y recomendables, estructuras con pocas exigencias de resistencia y calidad de los materiales, de diseño sencillo y fácil ejecución, de tipo de gravedad y

planta recta, con fábrica de hormigón o ciclópea, de mampostería hidráulica o gavionada, sin vertedero, de modo que el exceso de caudal fluya por encima del azud, y de cuyo impacto se protege el lecho, mediante la construcción de un simple zampeado o dissipador de energía.

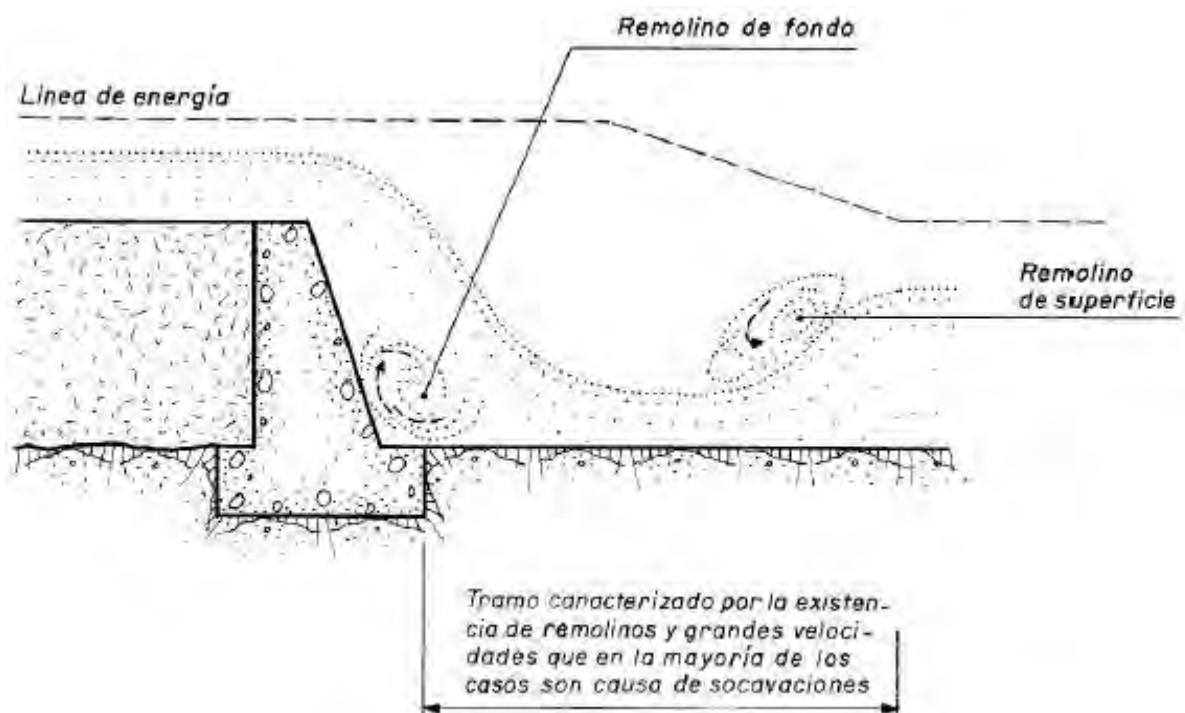


Figura n°14- Zampeado o dissipador de energía

En cuanto a la elección del tipo de estructura se debe de tener en cuenta distintas características de las mismas. Así, estos criterios que deben considerarse de manera integral en la elección del tipo de fábrica, son los establecidos en el convenio de Viena. Estos criterios, matizados por la zona de actuación y sus condiciones particulares, llevan a elegir como estructura más conveniente para los azudes proyectados el hormigón, de planta recta y calculada como de gravedad.

4.3.4. Elementos generales de un dique y su función

El dique a emplear en el presente proyecto, de hormigón calculado de gravedad y planta recta, consta fundamentalmente de un cuerpo central y dos alas. Las funciones de estas y otras partes que van a componer los diques proyectados son:

- ☆ Cuerpo: Resistir y transmitir las acciones del flujo.
- ☆ Cimentaciones: Transmitir los esfuerzos al terreno.
- ☆ Empotramientos: Garantizar la funcionalidad de la obra en los contactos con las laderas de la cerrada
- ☆ Vertedero: Evacuar caudales.
- ☆ Alas: Definir el tamaño y ubicación del vertedero y la capacidad de almacenamiento por encima del umbral del vertedero.
- ☆ Estructura de entrega: Disipar la energía cinética y/o proteger la cimentación frente a la erosión y entregar el flujo al cauce natural.
- ☆ Pantallas: Evitar la tubificación.

4.3.5. Condiciones de estabilidad

Las estructuras de gravedad como las que se proyectan en este proyecto, son las que se calculan en la hipótesis de que su peso es la fuerza principal en la estabilidad de la propia obra. Para el cálculo de la obra deben tenerse en cuenta las siguientes condiciones.

- ☆ No deben producirse tensiones apreciables en ningún punto del dique. Para esto se precisa que la resultante de todas las fuerzas exteriores que actúan por encima de cualquier sección horizontal, quede dentro de su núcleo central.
- ☆ El dique debe ser estable a la posibilidad de deslizamiento a lo largo de cualquier junta horizontal o de la base. Por ello, es necesario que la resultante de las fuerzas que actúan por encima de dicha sección o base, forme con la vertical un ángulo tal que su tangente sea menor que el coeficiente de rozamiento correspondiente (fábrica con fábrica o fábrica con fundación)
- ☆ El dique debe ser estable a la posibilidad de vuelco. Por lo general, las dos condiciones anteriores, y sobretudo la de núcleo central, son más restrictivas que la de vuelco, con lo que no se mostrará esta condición en los cálculos ya que se cumplirá siempre que se cumplan las otras dos.
- ☆ Las tensiones de compresión que se generen deberán ser inferiores a las admisibles tanto por el dique como por el terreno de fundación.

4.3.6. Estudio de fuerzas

Para determinar la sección estructural más adecuada, se considera exclusivamente el alzado del dique, esto es, prescindiendo de la cimentación, y se realiza el cálculo para una sección transversal dada, considerando un módulo de cálculo de ancho igual a un metro.

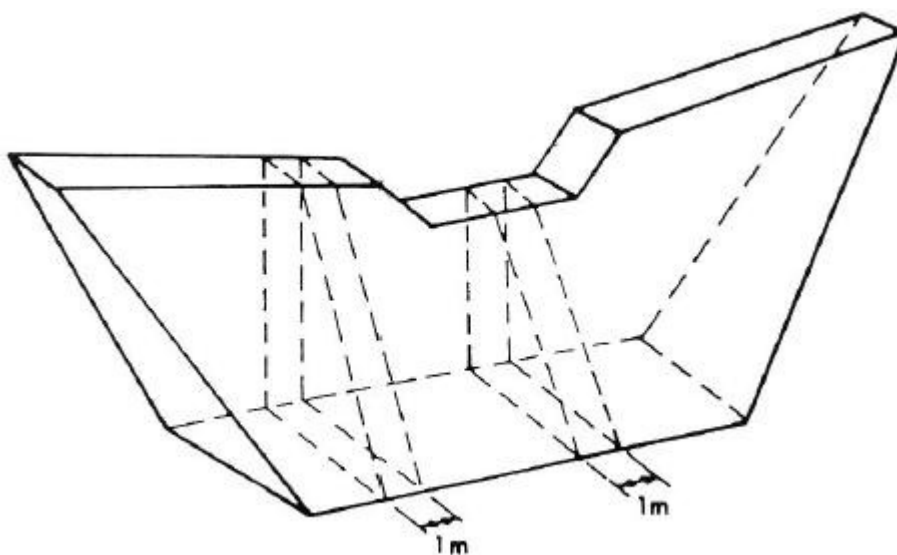


Figura n°15 - Esquema de un dique

Se tienen en cuenta las fuerzas estabilizantes y desestabilizantes siguientes.

FUERZAS ACTUANTES A CONSIDERAR	
Estabilizantes	Desestabilizantes
Peso propio de la obra (P_1 ; P_2)	Empuje horizontal de las aguas cargadas
Peso de la lámina vertiente sobre el	de sedimentos sobre el paramento aguas
vertedero (P_{30})	arriba

Tabla n.º2- Fuerzas actuantes a considerar

Atendiendo al diseño de la estructura y a la vista de las condiciones ya expuestas, la sección más económica para los diques de gravedad es la triangular. Esta sección, sin embargo no sería posible, ya que el espesor en la coronación no soportaría las tensiones a las que estaría sometido. De este modo se opta, como se ha dicho anteriormente, por la sección trapezoidal con paramento recto aguas arriba e inclinado agua abajo.

4.3.7. Predimensionado

Los datos previos que se necesitan para el cálculo son:

- Altura desde el umbral del vertedero (h_{AB} ó H)
- Altura de la lámina de agua sobre el vertedero (h)
- Caudal máximo a desaguar (Q_{max})
- Longitud del vertedero (L)
- Densidad de la fábrica (γ_f)
- Densidad del agua (γ)
- Tensiones admisibles de fábrica (σ)
- Coeficiente de deslizamiento de fábrica-fábrica (φ_{f-f}) y fábrica-terreno (φ_{f-t})

4.3.8. Cálculo de los diques proyectados

El número de azudes proyectados asciende a 3, pasando a continuación al desarrollo del cálculo para el dimensionamiento y comprobación de cada uno de los elementos que componen los azudes. Los cálculos debidamente detallados y explicados quedan recogidos en el anejo de ingeniería del estudio.

Dique 1; zona de baño en el T.M. de Manzaneda.

Datos generales:

Coordenadas UTM:	x:721266 y:4681554 huso 29
Material:	hormigón ciclópeo
Anchura de cauce:	25,5 m
Altura del umbral del vertedero:	0,8 m
Densidad del agua más sedimentos:	1200 kg / m ³
Densidad de la fábrica:	2400 kg / m ³
Tensión admisible de fábrica:	35 kg / cm ²
Tensión admisible del terreno:	2 kg / cm ²
Coeficiente de deslizamiento fábrica-fábrica:	0,75
Coeficiente de deslizamiento fábrica-terreno:	0,4
Altura total del dique:	0,8 m

Espesores en coronación y base:

Espesor en coronación = 0,5 m

Espesor de la base = 0,9 m

Estos valores son meramente orientativos. En la práctica deben acercarse a valores enteros con el objetivo de facilitar la construcción e intentar en la medida de lo posible acercarlos al mínimo volumen de obra. Tras haber calculado las dimensiones del espesor en la coronación y en la base del azud, se verifican las condiciones de estabilidad para saber si es válido el predimensionado de estos valores. En caso contrario, se aumentarían estos valores hasta lograr la verificación de dichas comprobaciones. En el caso particular de este dique, no se cumplían las comprobaciones, por lo que las medidas de espesores se aumentaron, realizándose las comprobaciones con dichos valores, hasta:

Condición de no tracción:

Se cumple la condición de núcleo central, que garantiza a su vez que no se produzca el vuelco de la obra, ya que:

$$u = |d|/\cos \alpha = 0,46$$

La tensión de compresión máxima ha de ser menor o igual que la admisible:

Para el azud en cuestión:

$$\sigma_A = 0,1758$$

$$\sigma_B = 0,1496$$

De modo que se cumple la condición, no siendo necesario redimensionar.

Condición de no deslizamiento:

Entre fábrica-fábrica

No fisurada: $\tau \leq \tau_{\text{ADMISIBLE FÁBRICA}} = 5 \text{ Kg} / \text{cm}^2$

$$t = \sum E / L_{AB} \cdot 1 = 0,064 \text{ kg} / \text{cm}^2 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Fisurada: $\sum E \leq \text{Fuerzas resistentes} = \varphi_f \cdot \sum P$

Siendo φ_f el coeficiente de fricción fábrica-fábrica, que toma un valor para hormigón ciclópeo de 0,75.

$$\sum E \leq \varphi_f \cdot \sum P \rightarrow 576 \leq 1098 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Entre fábrica- terreno

$$\sum E \leq \varphi_{ft} \cdot \sum P$$

Siendo φ_{ft} el coeficiente de fricción fábrica-terreno, que toma el valor correspondiente a grava y arena gruesa, para hormigón ciclópeo de 0,40.

$$\sum E \leq \varphi_{ft} \cdot \sum P \rightarrow 576 \leq 589,6 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Condición de no vuelco:

Para que se produjese vuelco la resultante de las fuerzas R tendría que estar por fuera del cuerpo, por lo que al cumplir la condición de núcleo central queda garantizada la estabilidad, y no es necesario estudiarla.

Diseño de la cimentación:

La profundidad de la cimentación va a ser de un metro de profundidad, y la longitud de la base de la cimentación ha de ser como mínimo igual al alcance de la lámina vertiente, cuya expresión es:

$$D = \sqrt{2Hb_{ag} + b_{ag}^2}$$

$$D = 0,6 \text{ m}$$

Diseño de zampeado:

El zampeado ha de ser horizontal. Se construirá por tanto un zampeado con las medidas mínimas, 2,5 m, aumentando L_0 hasta 1 m y L_1 hasta 1 m y L_2 hasta 0,5 m. Ahora ya es posible comprobar la siguiente condición.

Condición de no tubificación

Para que se cumpla la condición $R_c \geq R_r$, siendo R_r el valor correspondiente a arena gruesa, es decir 3.

$$3,54 \geq 3 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Medidas protectoras

Para centrar el vertido de las aguas a lo largo del paramento, evitando que erosionen las orillas, se instalarán dos alas, una en cada una de las conexiones del azud y las orillas. Las alas respetarán las siguientes dimensiones:

Altura: 10 cm
Longitud: 1 m

Dique 2; de riego en el T.M. de Quintanilla de Yuso.

Datos generales:

Coordenadas UTM:	x:716179 y:4679994 huso 29
Material:	hormigón ciclópeo
Anchura de cauce:	17,5 m
Altura del umbral del vertedero:	1,4 m
Densidad del agua más sedimentos:	1200 kg / m ³
Densidad de la fábrica:	2400 kg / m ³

Tensión admisible de fábrica:	35 kg / cm ²
Tensión admisible del terreno:	2 kg / cm ²
Coeficiente de deslizamiento fábrica-fábrica:	0,75
Coeficiente de deslizamiento fábrica-terreno:	0,4
Altura total del azud (margen de seguridad de 20 cm)	1,4 m

Espesores en coronación y base:

Espesor en coronación = 1 m

Espesor de la base = 1,2 m

Estos valores son meramente orientativos. En la práctica deben acercarse a valores enteros con el objetivo de facilitar la construcción e intentar en la medida de lo posible acercarlos al mínimo volumen de obra. Tras haber calculado las dimensiones del espesor en la coronación y en la base del azud, se verifican las condiciones de estabilidad para saber si es válido el predimensionado de estos valores. En caso contrario, se aumentarían estos valores hasta lograr la verificación de dichas comprobaciones. En el caso particular de este dique, no se cumplían las comprobaciones, por lo que las medidas de espesores se aumentaron, realizándose las comprobaciones con dichos valores, hasta:

Condición de no tracción:

$$u = |d| / \cos \alpha = 0,51$$

Con lo cual se cumple la condición de núcleo central

La tensión de compresión máxima ha de ser menor o igual que la admisible:

Para el azud en cuestión:

$$\sigma_A = 0,1753 \quad \sigma_B = 0,4807$$

de tal modo que se cumple que la tensión de compresión máxima ha de ser menor o igual que la admisible.

Condición de no deslizamiento:

Entre fábrica-fábrica

No fisurada: $\tau \leq \tau_{\text{ADMISIBLE FÁBRICA}} = 5 \text{ Kg} / \text{cm}^2$

$$t = \sum E / L_{AB} \cdot 1 = 0,126 \text{ kg} / \text{cm}^2 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Fisurada: $\sum E \leq \text{Fuerzas resistentes} = \varphi_f \cdot \sum P$

Siendo φ_f el coeficiente de fricción fábrica-fábrica, que toma un valor para hormigón ciclópeo de 0,75.

$$\sum E \leq \varphi_f \cdot \sum P \rightarrow 1512 \leq 2952 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Entre fábrica- terreno

$$\sum E \leq \varphi_{ft} \cdot \sum P$$

Siendo φ_{ft} el coeficiente de fricción fábrica-terreno, que toma el valor correspondiente a grava y arena gruesa, para hormigón ciclópeo de 0,40.

$$\sum E \leq \varphi_{ft} \cdot \sum P \rightarrow 1512 \leq 1574,4 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Condición de no vuelco:

Para que se produjese vuelco la resultante de las fuerzas R tendría que estar por fuera del cuerpo, por lo que al cumplir la condición de núcleo central queda garantizada la estabilidad, y no es necesario estudiarla

Diseño de la cimentación:

La profundidad de la cimentación va a ser de un metro y medio de profundidad, y la longitud de la base de la cimentación ha de ser como mínimo igual al alcance de la lámina vertiente, cuya expresión es:

$$D = \sqrt{2Hb_{ag} + b_{ag}^2}$$

$$D = 0,8 \text{ m}$$

Diseño de zampeado:

El zampeado ha de ser horizontal. Se construirá un zampeado con una longitud total de 4 m, aumentando L_0 hasta 1 m, L_1 hasta 2 m y L_2 hasta 1 m. Ahora ya es posible comprobar la siguiente condición.

Condición de no tubificación

Para que se cumpla la condición $R_c \geq R_r$, siendo R_r el valor correspondiente a arena gruesa, es decir 3.

$$3,10 \geq 3 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Medidas protectoras

Para centrar el vertido de las aguas a lo largo del paramento, evitando que erosionen las orillas, se instalarán dos alas, una en cada una de las conexiones del azud y las orillas. Las alas respetarán las siguientes dimensiones:

$$\begin{aligned} \text{Altura: } &10 \text{ cm} \\ \text{Longitud: } &1 \text{ m} \end{aligned}$$

Otras medidas

Puesto que este azud de riego contará con una escala para peces, se realizará un pequeño vertedero, tipo Cipoletti, que aumente el caudal de llamada a la entrada de la escala de artesas. Este vertedero tendrá las siguientes dimensiones:

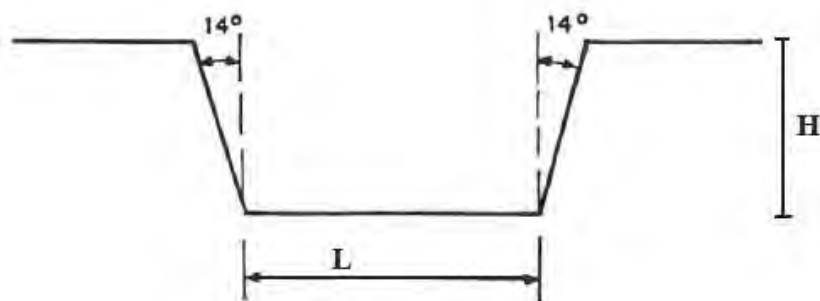


Figura n° 16.- Croquis del diseño del vertedero

$$L = 1 \text{ m}$$

$$H = 0,20 \text{ m}$$

Dique 3, de riego en el T.M. de Torneros de la Valderia

Datos generales:

Coordenadas UTM:	x:727114 y:4677744 huso 29
Material:	hormigón ciclópeo
Anchura de cauce:	72 m
Densidad del agua más sedimentos:	1200 kg / m ³
Densidad de la fábrica:	2400 kg / m ³
Tensión admisible de fábrica:	35 kg / cm ²
Tensión admisible del terreno:	2 kg / cm ²
Coefficiente de deslizamiento fábrica-fábrica:	0,75
Coefficiente de deslizamiento fábrica-terreno:	0,4
Altura total del dique (margen de seguridad 20 cm):	1,8 m

Espesores en coronación y base:

Espesor en coronación = 0,8 m

Espesor de la base = 1,4 m

Estos valores son meramente orientativos. En la práctica deben acercarse a valores enteros con el objetivo de facilitar la construcción e intentar en la medida de lo posible acercarlos al mínimo volumen de obra. Tras haber calculado las dimensiones del espesor en la coronación y en la base del azud, se verifican las condiciones de estabilidad para saber si es válido el predimensionado de estos valores. En caso contrario, se aumentarían estos valores hasta lograr la verificación de dichas comprobaciones. En el caso particular de este dique, no se cumplían las comprobaciones, por lo que las medidas de espesores se aumentaron, realizándose las comprobaciones con dichos valores, hasta:

Condición de no tracción:

$$u = |d|/\cos \alpha = 0,56$$

Con lo cual se cumple la condición de núcleo central.

La tensión de compresión máxima ha de ser menor o igual que la admisible:

Para el azud en cuestión:

$$\sigma_A = 0,1470 \quad \sigma_B = 0,5593$$

de tal modo que se cumple que la tensión de compresión máxima ha de ser menor o igual que la admisible.

Condición de no deslizamiento:

Entre fábrica-fábrica

No fisurada: $\tau \leq \tau_{\text{ADMISIBLE FÁBRICA}} = 5 \text{ Kg} / \text{cm}^2$

$$t = \Sigma E / L_{AB} \cdot 1 = 0,1697 \text{ kg} / \text{cm}^2 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Fisurada: $\Sigma E \leq \text{Fuerzas resistentes} = \varphi_f \cdot \Sigma P$

Siendo φ_f el coeficiente de fricción fábrica-fábrica, que toma un valor para hormigón ciclópeo de 0,75.

$$\Sigma E \leq \varphi_f \cdot \Sigma P \rightarrow 2376 \leq 3708 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Entre fábrica- terreno

$$\Sigma E \leq \varphi_{ft} \cdot \Sigma P$$

Siendo φ_{ft} el coeficiente de fricción fábrica-terreno, que toma el valor correspondiente a grava y arena gruesa, para hormigón ciclópeo de 0,40.

$$\Sigma E \leq \varphi_{ft} \cdot \Sigma P \rightarrow 2376 \leq 1977,6 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Condición de no vuelco:

Para que se produjese vuelco la resultante de las fuerzas R tendría que estar por fuera del cuerpo, por lo que al cumplir la condición de núcleo central queda garantizada la estabilidad, y no es necesario estudiarla

Diseño de la cimentación:

La profundidad de la cimentación va a ser de 2 metros de profundidad, y la longitud de la base de la cimentación ha de ser como mínimo igual al alcance de la lámina vertiente, cuya expresión es:

$$D = \sqrt{2Hb_{ag} + b_{ag}^2}$$

$$D = 0,9 \text{ m}$$

Diseño de zampeado:

El zampeado ha de ser horizontal, con un total de longitud del zampeado con dentellón de

$$L_z = 2,6 \text{ m}$$

Condición de no tubificación:

Para que se cumpla la condición $R_c \geq R_r$, siendo R_r el valor correspondiente a arena gruesa, es decir 3.

$$2,70 \geq 2,50 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Medidas protectoras:

Para centrar el vertido de las aguas a lo largo del paramento, evitando que erosionen las orillas, se instalarán dos alas, una en cada una de las conexiones del azud y las orillas. Las alas respetarán las siguientes dimensiones:

$$\begin{aligned} \text{Altura: } 10 \text{ cm} \\ \text{Longitud: } 1 \text{ m} \end{aligned}$$

Otras medidas:

Puesto que este azud de riego contará con una escala para peces, se realizará un pequeño vertedero, tipo Cipoletti, que aumente el caudal de llamada a la entrada de la escala de artesas. Este vertedero tendrá las siguientes dimensiones:

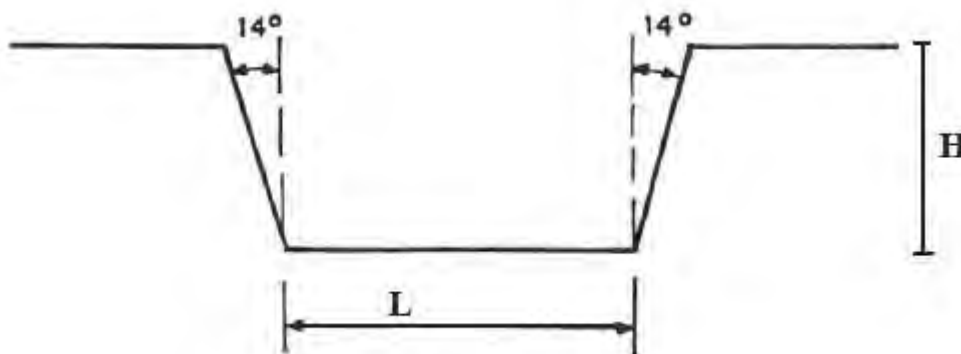


Figura n° 17.- Croquis del diseño del vertedero

$$\begin{aligned} L &= 1 \text{ m} \\ H &= 0,20 \text{ m} \end{aligned}$$

4.4. Estudio de las obras de franqueo propuestas

4.4.1. Objetivos

El libre tránsito de la ictiofauna a lo largo del río es necesario para mantener unas buenas poblaciones, y contribuir así a asegurar la supervivencia de las mismas para las generaciones venideras. En el tramo del río Eria estudiado en el presente proyecto, existen diversas barreras que dificultan la movilidad de los peces por el río, así como su llegada a las zonas de frezadero a especies tales como la trucha (*Salmo trutta*).

Es importante destacar que ésta libre circulación debe estar asegurada al menos en el periodo de reproducción de las especies que albergue el río. En cualquier caso, el diseño de escalas para lograr esta libre circulación es obligatorio de acuerdo con la legislación estatal y autonómica vigente. Así lo exige la Ley de Pesca Fluvial y la Ley de Protección de los Ecosistemas Acuáticos y de Regulación de la Pesca en Castilla y León.

4.4.2. Condiciones generales a satisfacer por una escala

- Entrada fácil de encontrar por su situación y su llamada.
- Tránsito sencillo, sin estrés, heridas ni agotamiento excesivo.
- Salida segura, evitar desorientaciones, arrastres a vertederos o tomas peligrosas.
- Franqueable por la totalidad de peces, no sólo los atletas sino también minusválidos, pasos poco selectivos, que no sean exclusivos para una especie.
- Retraso en la migración mínimo, sin colas o amontonamientos.
- Funcional durante crecidas y estiajes.
- Con mantenimiento e inspecciones periódicas (tras avenidas y durante la migración, limpiar, quitar obstrucciones, reparar daños, evitar la pesca furtiva).

4.4.3. Criterios y elección del tipo de paso

A priori, no existe un tipo de escala más eficaz que las demás. La experiencia demuestra que numerosas escalas de depósitos sucesivos, de ralentizadores e incluso de esclusas o ascensores pueden prestar un mismo servicio. Sin embargo cabe indicar las siguientes ideas:

- Para grandes desniveles ($H > 8$ m) los ascensores y las esclusas resultan las soluciones más competitivas (por razones económicas), en especial los primeros (salvo para peces pequeños en que las esclusas compiten con ventaja).
- Para pequeños desniveles ($H < 4$ m) son las escalas de artesas y los ralentizadores los que más interesan.
- Siendo el salto pequeño ($H < 2,5$), los caudales de diseño reducidos (Q de 100-500 l/s) y las especies buenas nadadoras (salmones, reos, truchas, lampreas y barbos) las escalas Denil suponen una excelente alternativa. Para saltos mayores en que las escalas de ralentizadores precisan de estanques intermedios de reposo, las escalas de artesas suelen ser más competitivas a cambio de recorridos mayores.
- Las escalas de estanques sucesivos son las más versátiles pues pueden resolver infinidad de situaciones. Se recomiendan por ser muy poco selectivas. Admiten mayores cambios de nivel en las aguas manteniendo su funcionalidad (en comparación con las escalas Denil). Estas razones las convierten en las más empleadas.
- Los ríos artificiales y algunas escalas de ralentizadores (con deflectores de fondo) permiten un uso deportivo adicional: piragüismo.

A la vista de que la totalidad de las obras de franqueo propuestas surgen como medida correctora de obstáculos de pequeña altura, y que se encuentran rodeados por distintas propiedades (huertas, prados, cascos urbanos, carreteras o caminos, etc) las obras de paso ha emplear en este estudio se restringen principalmente a dos; escala de ralentizadores y escala de estanques sucesivos, reduciéndose ésta última en algún caso a la inclusión de una compuerta en el paramento del dique. Siempre que el desarrollo de la obra lo permita, se utilizará la escala de artesas en preferencia frente a la de ralentizadores debido a su poca selectividad.

4.4.4. Diseño de las obras de franqueo propuestas

El total de obras de franqueo propuestas es de 3, pasando a continuación al desarrollo del cálculo para el dimensionamiento y comprobación de cada uno de los elementos que componen las obras de franqueo. Los cálculos debidamente detallados y explicados quedan recogidos en el anejo de ingeniería del estudio.

Escala de artesas del azud del T.M. de Quintanilla de Yuso.

Establecimiento del salto entre estanques(ΔH):

Debido a que la escala debe ser una solución viable para muy diversas especies de peces, el salto entre estanques será de 10 cm.

Determinación del número de estanques necesarios:

$$H_{m\acute{a}x} = \Delta H \cdot n \rightarrow 0,4 = 0,1 \cdot n \rightarrow n = 4 \text{ saltos} \rightarrow 3 \text{ estanques}$$

La entrada de los peces a la escala se realizará por hendidura vertical a ras del lecho del río, conllevando un estanque más y facilitando el acceso de los peces a la escala. Se realizará además una artesa en curva y sin pendiente que sirva de estanque de descanso para los peces, obteniendo así un número total de depósitos de 5.

Predimensionado del volumen útil del estanque:

Longitud del depósito (L) = 1,5 m

Ancho de la artesa (B) = 1,5 m

Profundidad media en el estanque (t_{med}) = 0,8 m

Además, en el caso de la artesa en curva, que se realizará sin ángulos rectos y sin pendiente, los parámetros serán:

$$X = 1,5 \text{ m} = L$$

$$R = 1,5 \text{ m} = B$$

Fijar el caudal de diseño:

El caudal de diseño estará entre 0,388-0,078 m³/s, siendo 0,192 m³/s.

Dimensionamiento del vertedero sumergido y de los orificios:

La disposición del vertedero y los orificios dentro de la escala será alterna, quedando las dimensiones del vertedero definidas por:

Anchura mínima del vertedero (b_{\min}) = 30 cm

Altura del umbral del vertedero (p) = 20 centímetros.

Tamaño mínimo de los orificios ($c \cdot d$) = 0,04 m² siendo: $c = d = 20$ cm

Comprobaciones:

Comprobación de la pendiente media de la escala (I):

$$I = \frac{\Delta H}{L} = \frac{0,1}{1,5} \approx 0,07 = 7\% \rightarrow \text{Se cumple}$$

Relación aconsejada entre la longitud y la anchura del vertedero (L/b):

$$\frac{L}{b} = \frac{1,5}{0,3} = 5 \rightarrow 4 \leq 5 \leq 11 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Relación aconsejada entre la anchura del depósito y el ancho del vertedero (B/b):

$$\frac{B}{b} = \frac{1,5}{0,3} = 5 \rightarrow 4 \leq 5 \leq 8 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Comprobación de la longitud del depósito: Siendo $\psi = 0,2$

$$7\psi \leq L \leq 12\psi \rightarrow 1,4 \leq 1,5 \leq 2,4 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Comprobación de la potencia disipada (N):

$$N = \frac{g \cdot \rho \cdot Q \cdot \Delta H}{B \cdot L \cdot t_{med}} = \frac{9,81 \cdot 1000 \cdot 0,192 \cdot 0,1}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,8} = 104,84 \leq 175 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Compuertas del azud del T.M. de Manzaneda.

Las compuertas, en acero, tendrán un grosor de 3 cm, sobradamente capaz de resistir los empujes generados. Estas compuertas se instalarán en el paramento mediante una guía de 10 cm para los laterales de la compuerta realizada en postes de hormigón y de 5 cm para la base realizada en la solera de hormigón. Puesto que se debe subir la cota del agua en 60 cm la altura de la compuerta será de 65 cm, y la longitud de 1 m dejando un paso del agua con anchura de 80 cm. Así, el peso de la compuerta en kg será:

$$\text{Peso compuerta} = \gamma_{\text{acero}} \cdot \text{anchura} \cdot \text{longitud} \cdot \text{altura}$$

$$\text{Peso compuerta} = 7850 \cdot 0,03 \cdot 1 \cdot 0,65 = 153 \text{ kg}$$

Siendo:

γ_{acero} : Peso específico del acero (7850 kg/m³)

Anchura: Anchura de la compuerta

Longitud: Longitud de la compuerta

Altura: Altura de la compuerta

A su vez, con la finalidad de hacer más fácil la retirada y la colocación de estas compuertas, se dividirá cada una de ellas en 6 placas, que encajarán una sobre otra por perfiles en U.

El peso de la compuerta será de 153 kg en total, 25,5 kg por cada una de las 6 placas que la forman. Se colocarán también dos asas en las placas para facilitar su colocación y su extracción. Las dos asas instaladas en la placa base (placa inferior de la compuerta) se colocarán en una posición más elevada dentro de la placa que las asas de las demás para facilitar su correcto en la solera. Para garantizar un paso suficiente para los peces y para el agua, se instalarán 6 compuertas iguales en el centro del paramento, y entre ellas se construirán unos postes de hormigón con las guías antes mencionadas y de forma hidrodinámica.

Escala de artesas del azud de riego del T.M. de Torneros de la Valderia

Establecimiento del salto entre estanques(ΔH):

El salto entre estanques será de 10 cm debido a que la escala debe ser una solución viable para muy diversas especies de peces, entre ellas ciprínidos.

Determinación del número de estanques necesarios:

$$H_{m\acute{a}x} = \Delta H \cdot n \rightarrow 0,8 = 0,1 \cdot n \rightarrow n = 8 \text{ saltos} \rightarrow 7 \text{ estanques}$$

La entrada de los peces a la escala se realizará por hendidura vertical a ras del lecho del río, conllevando un estanque más y facilitando el acceso de los peces a la escala. Se realizará además una artesa en curva y sin pendiente que sirva de estanque de descanso para los peces, obteniendo así un número total de depósitos de 9.

Predimensionado del volumen útil del estanque:

Longitud del depósito (L) = 1,5 m

Ancho de la artesa (B) = 1,5 m

Profundidad media en el estanque (t_{med}) = 0,8 m

Además, en el caso de la artesa en curva, que se realizará sin ángulos rectos y sin pendiente, los parámetros serán:

$$X = 1,5 \text{ m} = L$$

$$R = 1,5 \text{ m} = B$$

Fijar el caudal de diseño:

El caudal de diseño se encuentra entre 0,388-0,078 m³/s, siendo 0,192 m³/s.

Dimensionamiento del vertedero sumergido y de los orificios:

La disposición del vertedero y los orificios dentro de la escala será alterna, quedando las dimensiones del vertedero definidas por:

Anchura mínima del vertedero (b_{min}) = 30 cm

Altura del umbral del vertedero (p) = 20 cm

Tamaño mínimo de los orificios ($c \cdot d$) = 0,04 m² siendo: c = d = 20 cm

Comprobaciones:

Comprobación de la pendiente media de la escala (I):

$$I = \frac{\Delta H}{L} = \frac{0,1}{1,5} \approx 0,07 = 7\% \rightarrow \text{Se cumple}$$

Relación aconsejada entre la longitud y la anchura del vertedero (L/b):

$$\frac{L}{b} = \frac{1,5}{0,3} = 5 \rightarrow 4 \leq 5 \leq 11 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Relación aconsejada entre la anchura del depósito y el ancho del vertedero (B/b):

$$\frac{B}{b} = \frac{1,5}{0,3} = 5 \rightarrow 4 \leq 5 \leq 8 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Comprobación de la longitud del depósito: Siendo $\psi = 0,2$

$$7\psi \leq L \leq 12\psi \rightarrow 1,4 \leq 1,5 \leq 2,4 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Comprobación de la potencia disipada (N):

$$N = \frac{g \cdot \rho \cdot Q \cdot \Delta H}{B \cdot L \cdot t_{med}} = \frac{9,81 \cdot 1000 \cdot 0,192 \cdot 0,1}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,8} = 104,84 \leq 175 \rightarrow \text{Se cumple}$$

4.5. Estudio de las demoliciones propuestas

4.5.1 Objetivo

El objetivo principal de las demoliciones es eliminar por completo el obstáculo existente y que carece de función a desarrollar, haciendo desaparecer totalmente el efecto barrera existente.

4.5.2. Método de demolición.

La baja envergadura de las obras a demoler junto con su mal estado de conservación o rudimentario en su construcción permiten su demolición con retroexcavadora, la cual esparcirá los escombros generados aguas abajo del obstáculo intentando no generar cambios importantes en el nivel del lecho del río.



Figura n°18.-Demolición con retroexcavadora. (Fuente: Dispositivos de paso para la ictiofauna Sanz Ronda, 2007)

4.6. Limpiezas

4.6.1. Objetivos

El objetivo principal de la limpieza es la adecuación de la obra de paso del obstáculo 10, logrando que vuelva a ser funcional.

4.6.2. Método de realización de la limpieza.

Un operario, con ayuda de diversas herramientas (azadones, palas, etc), retirará los restos vegetales, piedras, lodos, etc. que taponan los vasos y orificios de la obra de franqueo, volviendo a hacer posible el flujo de agua a través de la obra de paso.

Anejo I-Ámbito Socioeconómico



ÍNDICE ANEJO I.- ÁMBITO SOCIOECONÓMICO

	Página
1.-Introducción histórica	4
2.-Evolución de la población en la zona	5
3.-Mercado laboral	8

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1	Gráfico de la evolución de la población en %relativo a 1900	5
2	Población total de los distintos pueblos	6
3	Pirámides de población	7
4	Población de derecho de los distintos ayuntamientos	8
5	Evolución del paro registrado por sexo en Castilla y León	9
6	Evolución del paro de hombres y mujeres en el periodo 2000-2003 para la suma de los ayuntamientos de Truchas y Castrocontrigo	9
7	Evolución del paro según sexo y edades en el periodo 2000-2008 para la suma de los ayuntamientos de Truchas y Castrocontrigo	10

1. Introducción histórica.

La ocupación humana de esta zona está acreditada desde el paleolítico por restos hallados por toda la cuenca del río Eria, especialmente numerosas son las hachas neolíticas. También han aparecido piedras talladas con relieves circulares típicas de bases de poblamiento ligur. Predominan las herencias celtas por toda la zona, conservándose restos de numerosos castros.

Posteriormente, la romanización fue muy alta, sobretodo en lo que se refiere a vías de comunicación y asentamientos, así como al contingente humano, pero muy escasa en lo que se refiere a los habitantes autóctonos. Solo existía vigilancia y explotación, encaminada a los fines lucrativos con los que Roma se asentó en esta zona, quedando constancia en la actualidad, en la gran cantidad de canales de agua existentes, contruidos para transportarla hasta las médulas, la gran mina de oro del imperio romano.

Los antiguos clanes celtas familiares sobreviven hasta la época visigoda, y son éstos los que aportan una base jurídico-administrativa a la comarca, forman los Concejos, para la realización de tareas comunitarias y que aún hoy siguen vigentes. Este cambio social hace surgir una preocupación por los bienes comunales y privados, de entonces vendrán los canales de riego, los molinos las herrerías, etc.

Poca incidencia tuvieron en estas zonas los árabes en lo que a ocupación se refiere, de la invasión musulmana hay noticias conservadas por la tradición, aunque dudosas.

En la edad moderna la división de la cuenca del Eria tuvo lugar de la siguiente forma: la parte alta hasta el T.M. de Manzaneda, sometida a los Marqueses de Villafranca, y el resto a los Condes de Alba y Aliste, Monasterio de Nogales y Conde de Benavente.

A lo largo de la historia, y todavía más en esta época, la economía de las comarcas de la Cabrera y de la Valderia ha caminado condicionada por el clima, la geografía y las comunicaciones. La falta de éstas y una explotación agraria que apenas alcanzaba un 5% del espacio geográfico en suelo pobre y clima frío, hicieron inclinar el poco rentable esfuerzo laboral hacia una explotación meramente de subsistencia, con técnicas arcaicas y mínima producción, llegando en multitud de casos al endeudamiento de poblaciones enteras con el “señorío”, la iglesia, los comerciantes o la hacienda pública según la época. Este círculo cerrado de producción y consumo implanto una autarquía económica. El aislamiento es por tanto la característica principal de esta zona, y se ve reflejado en el desarrollo cultural y las viviendas primitivas (algunos de los pueblos de la zona conservan en gran parte su estado de épocas celtas). Esta zona ha avanzado más en las últimas décadas que en toda su historia gracias a la reducción de ese aislamiento.

La base alimenticia de la zona era el centeno y la abundante, aunque poco selecta, ganadería. Este cereal servía para pan y pienso, cubierta de la casa, cama de ganados, etc. Esto se hace extraño viendo la riqueza de sus valles pero que se justifica por las enormes cargas de rentas, alcabalas y foros que sus habitantes tenían que soportar (Descosido Fuertes, 1985).

En la actualidad, la gran emigración sufrida desde 1950 ha producido un gran despoblamiento de estas zonas, pasando por ejemplo en el caso concreto del Ayuntamiento de Castrocontrigo de poco más de 3400 habitantes a menos de 1400 en el año 1991. Esta tendencia se ha visto amortiguada levemente por la principal y casi única actividad económica de carácter industrial de la comarca hoy en día, las canteras de pizarra, que si bien, pusieron fin a la emigración y trajeron un notable bienestar económico, ocasionan fuertes daños ambientales.

2. Evolución de la población en la zona.

El presente proyecto se desarrolla en un tramo de río que comprende la totalidad de la comarca de Cabrera Alta, que engloba a 13 pedanías: Truchillas, Baillo, Iruela, Villarino, Corporales, La Cuesta, Valdavido, Cunas, Quintanilla de Yuso, Villar del Monte, Manzaneda, Pozos y Truchas, encontrándose en este último el ayuntamiento, y con una superficie de 301 km² y la parte oeste de la comarca de la Valderia, perteneciente al ayuntamiento de Castrocontrigo que abarca a seis poblaciones; Morla de la Valderia, Torneros de la Valderia, Nogarejas, Pinilla de la Valderia, Pobladura de Yuso y el propio Castrocontrigo, y con una extensión de 194 km².

El municipio de Truchas tiene una densidad de población de 2,05 habitantes por km², mientras que en el municipio de Castrocontrigo se eleva hasta 4,98 habitantes por km², una densidad muy baja, sobretodo comparada con la de la provincia de León de 32,13 habitantes por km². Esto es consecuencia de la fuerte emigración del campo a la ciudad sufrida tras la Guerra Civil Española y que conlleva una difícil ordenación correcta y estable del territorio.

La evolución de la población desde 1900 hasta 1991 muestra como a partir de 1960 tanto el municipio de Truchas como el de Castrocontrigo pierden la dinámica ascendente poblacional que comporten con la provincia, y comienzan a perder habitantes mucho más rápido que está como consecuencia de la emigración anteriormente mencionada, esto puede verse en la figura siguiente:

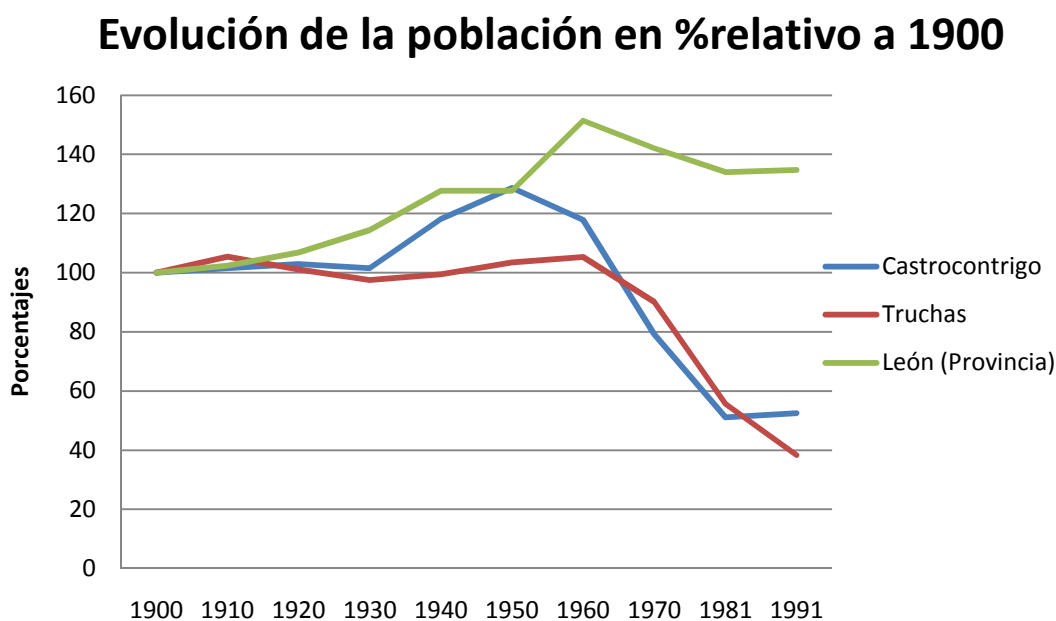


Figura n°1- Gráfico de la evolución de la población en %relativo a 1900. Fuente: I.N.E. (<http://www.ine.es>, Consulta 20/02/09)

Esta emigración, causante de la disminución de la población en Truchas y Castrocontrigo, fue mayoritariamente hacia las grandes ciudades, en busca de mejores condiciones de trabajo, llevando asociado un incremento de la población en las ciudades, así por ejemplo León capital pasó de tener 15558 habitantes en 1900 a más de 147000 en 1991.

En la actualidad se siguen con la misma dinámica, así en el siguiente gráfico puede apreciarse como cada uno de los pueblos englobados en los ayuntamientos de Truchas y Castrocontrigo han continuado perdiendo habitantes en el periodo 2001-2008.

Población total de los distintos pueblos de la comarca

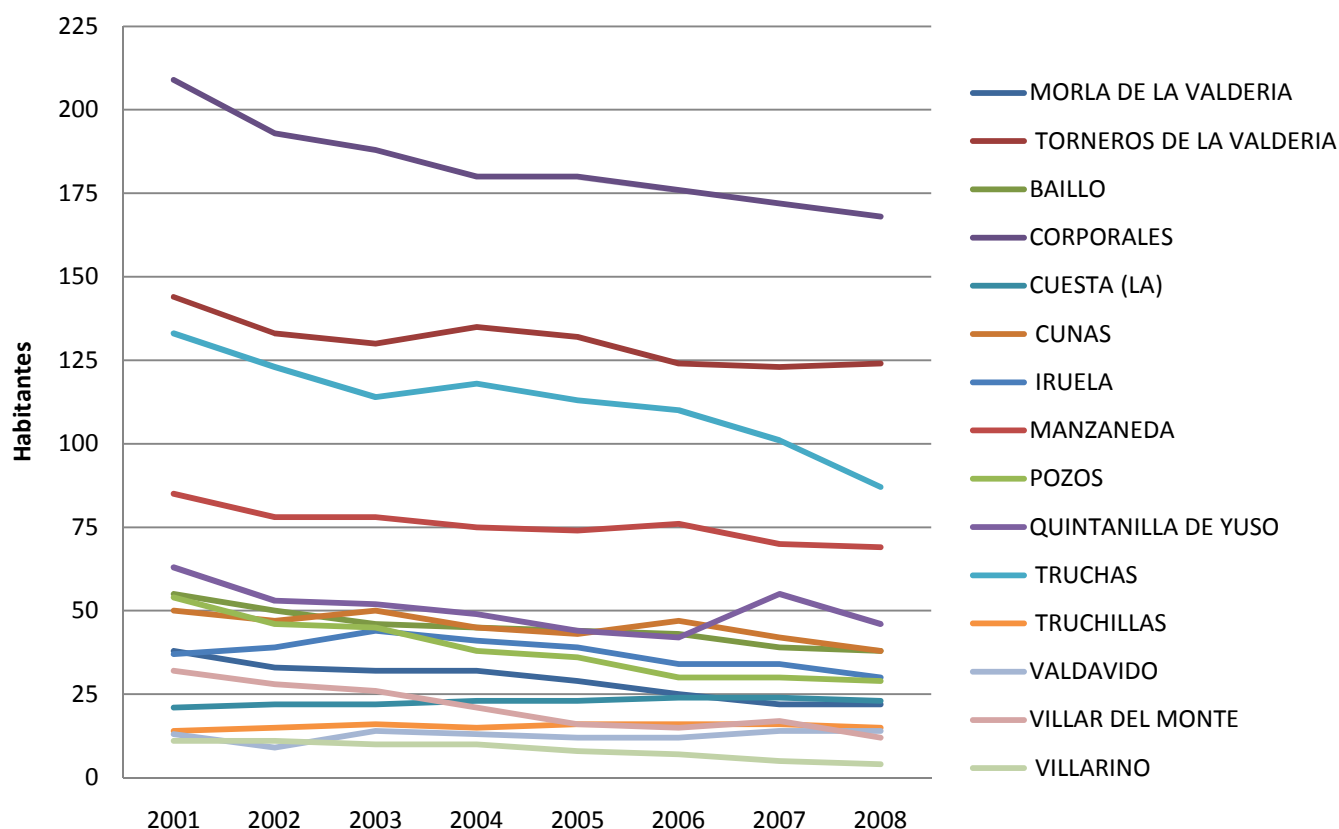


Figura n°2-Población total de los distintos pueblos. Fuente: I.N.E. (<http://www.ine.es>, Consulta 20/02/09)

La escasez en la oferta de empleo en estas zonas, debido al prácticamente inexistente sector industrial o turístico unido con la precariedad de los trabajos existentes no augura una recuperación de la población en esta zona. Además, la población actual en estas poblaciones se encuentra mayoritariamente envejecida, contando con poca población joven (la población de jóvenes menores de edad se encuentra en torno al 8% respecto del total), debido principalmente al regreso de la población emigrante de las décadas anteriores, que regresan tras su jubilación a sus pueblos de origen, como puede verse en las pirámides de población siguientes.

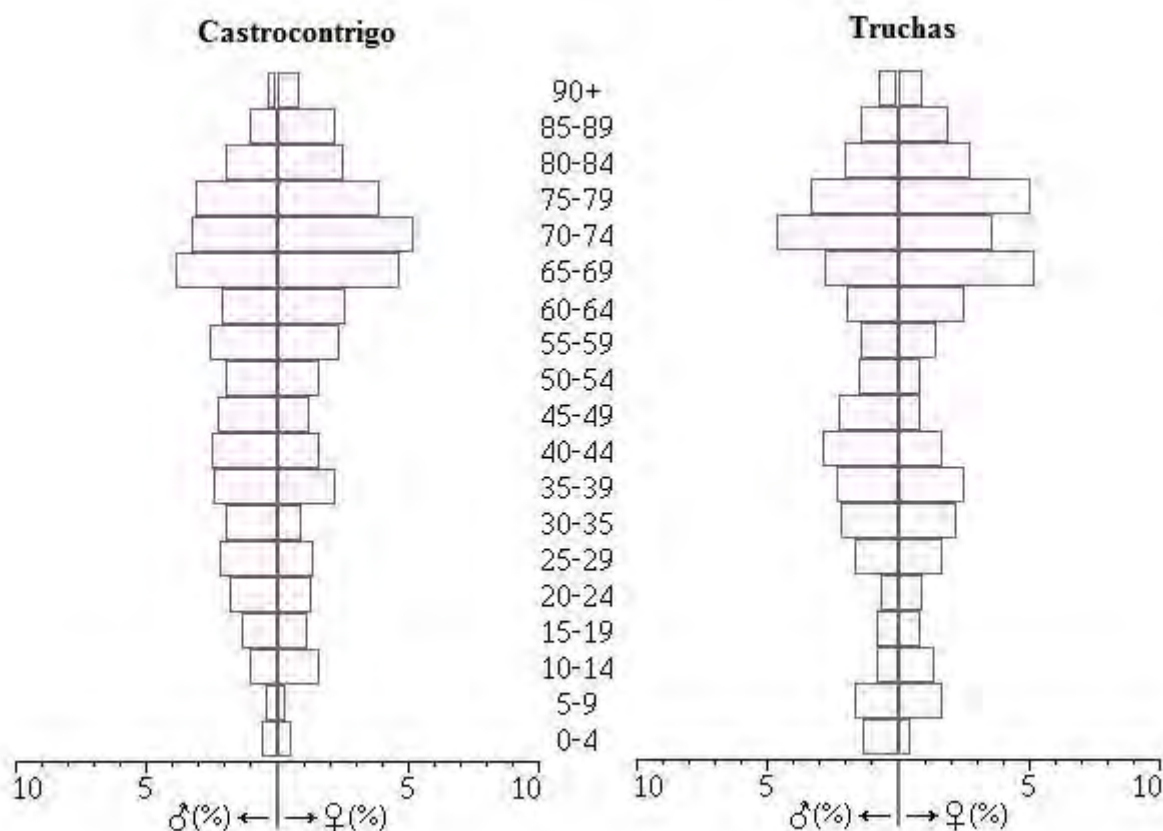


Figura n°3-Pirámides de población. Fuente: I.N.E. censo 2001 (<http://www.ine.es>, Consulta 20/02/09)

Además en la figura n°3 se puede apreciar la igualdad entre la población de varones y mujeres en la zona, siendo en términos absolutos de 489 varones por 479 mujeres en Castrocontrigo y de 278 hombres por 295 mujeres en Truchas, no existiendo desequilibrios importantes en su paridad.

Analizando la población de derecho de ambos ayuntamientos puede apreciarse un incremento importante de la misma en los años 1940-1950 en Castrocontrigo y un poco más retrasado y menor en Truchas, en 1960. Esto se debe principalmente a la construcción de la carretera que hoy en día une los pueblos de esta zona y que mejora las comunicaciones de estas poblaciones no solo entre ellas sino también con grandes ciudades como La Bañeza y Astorga. El mayor aumento de la población de Castrocontrigo en ese periodo también está fundamentado en el aprovechamiento resinero llevado a cabo en ese periodo en todo el territorio del ayuntamiento, contando además con una industria de transformación de esa materia en uno de sus pueblos. La caída posterior del sector de la resina derivó en el cierre de esta industria local, aumentando el desdoblamiento de la zona.

Población de derecho

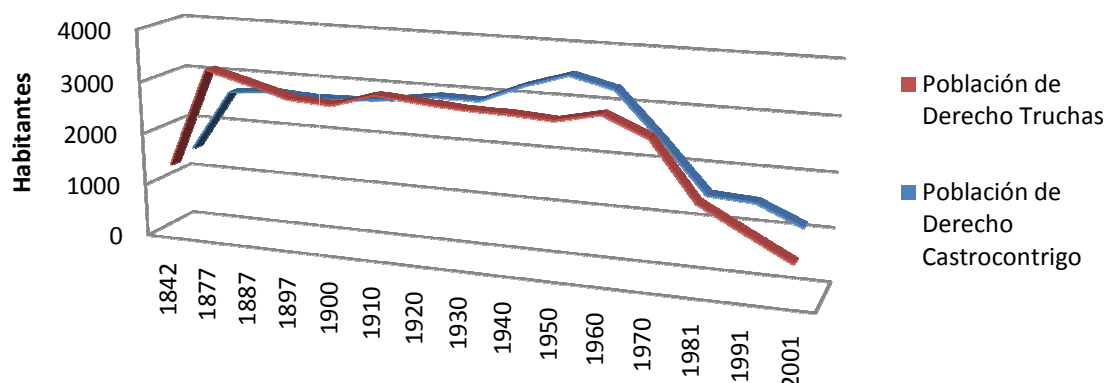


Figura n°4-Población de derecho de los distintos ayuntamientos. Fuente: I.N.E. (<http://www.ine.es>, Consulta 20/02/09)

3. Mercado laboral

En toda la provincia de León sólo existen 10 oficinas de empleo según datos del 2005 de la Dirección General de Estadística de la Junta de Castilla y León, lo cual dificulta el análisis de los datos de paro y tasas de actividad de la zona, máxime cuando la oficina de empleo más cercana se sitúa a más de 35 km de Castrocontrigo y más de 60 km de Truchas. Esto hace que la población del medio rural no acuda a estas oficinas de empleo con facilidad.

En una zona tan aislada y rural como en la que se desarrolla el presente proyecto, la evolución del paro es muy cambiante, sin seguir una dinámica previsible. Esto es debido a la mayoría de contratos temporales frente a los indefinidos (en la provincia de León se realizaron en febrero de 2009 apenas 909 contratos indefinidos frente a 5485 temporales). Además el paro en esta zona es mucho mayor entre la población masculina, llegando incluso algunas veces a superar por encima del doble al de las mujeres. Este desequilibrio entre hombres y mujeres tiende a disminuir en la zona al igual que en la comunidad autónoma.



Figura n°5-Evolución del paro registrado por sexos en Castilla y León. Fuente: Dirección General de Estadística de Castilla y León. (<http://www.jcyl.es/sie/>, Consulta 20/02/09)

Evolución del paro de hombre y mujeres

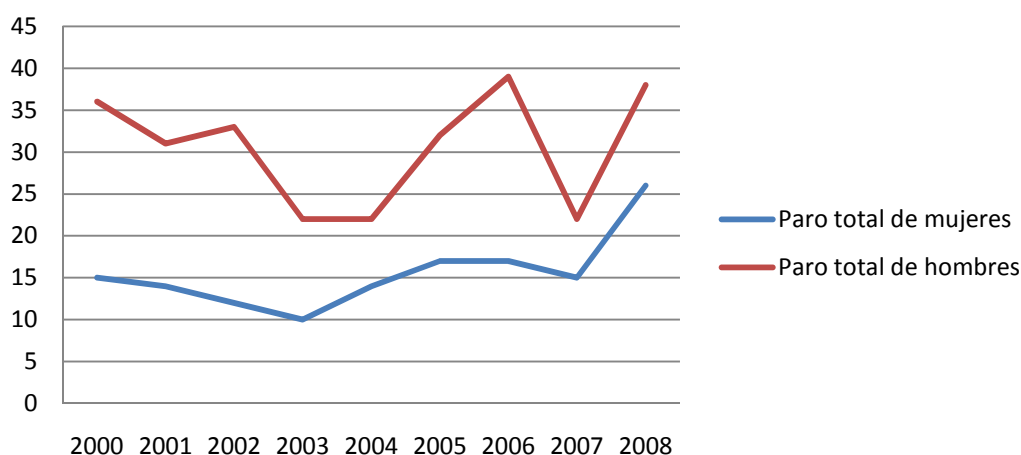


Figura n°6-Evolución del paro de hombres y mujeres en el periodo 2000-2008 para la suma de los ayuntamientos de Truchas y Castrocontrigo. Fuente: Dirección General de Estadística de Castilla y León. (<http://www.jcyl.es/sie/>, Consulta 20/02/09)

Este desequilibrio entre hombres y mujeres se justifica en la lenta inserción de la mujer al mundo laboral en estas áreas rurales.

Analizando los datos disponibles por edades, puede apreciarse como el paro afecta más a los varones de más de 25 años, mientras que la población joven, hombres o mujeres, tienen una muy baja tasa de paro. Esto puede verse en la figura siguiente:

Evolución del paro según sexos y edades

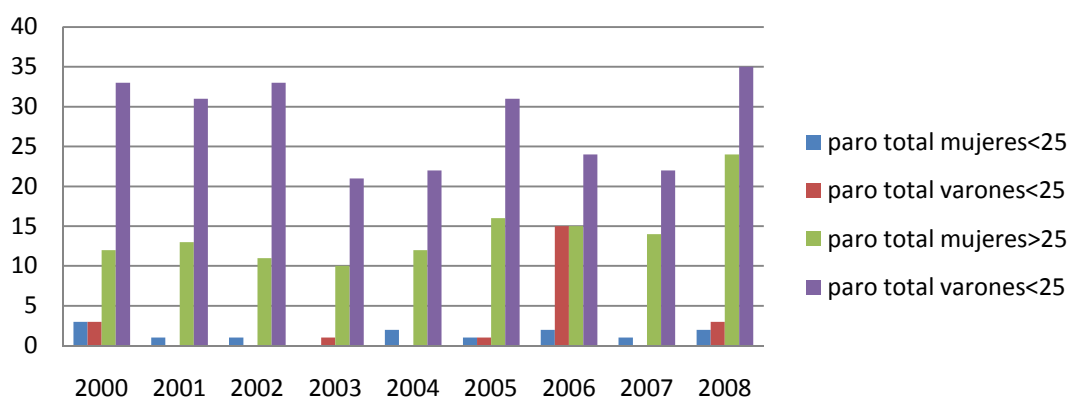


Figura nº7- Evolución del paro según sexos y edades en el periodo 2000-2008 para la suma de los ayuntamientos de Truchas y Castrocontrigo. Fuente: Dirección General de Estadística de Castilla y León. (<http://www.jcyl.es/sie/>, Consulta 20/02/09)

Anejo II-Estudio del medio



ÍNDICE DEL ANEJO II.- ESTUDIO DEL MEDIO

	Página
1. Situación geográfica	6
2. Orografía	7
3. Hidrografía	7
3.1. Hidrografía general provincial	7
3.2. Hidrografía del Eria	8
3.3. Croquis de la red hidrográfica	9
4. Climatología	10
4.1. Elección de la estación meteorológica	10
4.2. Datos meteorológicos de la zona	10
4.3. Climodiagrama de Walter-Lieth	18
4.4. Balance hídrico	19
4.4.1. Evapotranspiración potencial	19
4.4.2. Ficha hídrica	20
4.5. Productividad potencial	23
4.6. Clasificación climática con base fitoclimática	27
4.6.1. Clasificación de Rivas Martínez	27
4.6.2. Clasificación por subregiones fitoclimáticas de Allué Andrade	28
4.7. Conclusiones	30
5. Edafología	30
6. Vegetación	30
6.1. Introducción	30
6.2. Vegetación potencial	30
6.2.1. Serie de vegetación	30
6.2.2. Etapas de regresión y bioindicadores	31
6.3. Vegetación actual	32
6.3.1. Vegetación no riparia	32
6.3.1.1. Introducción	32
6.3.1.2. Bosques	34
6.3.1.3. Matorrales	36
6.3.1.4. Pastizales	36
6.3.2. Vegetación riparia	37
6.3.2.1. Introducción	37
6.3.2.2. Saucedas salvifolias	37
6.3.2.3. Alisedas mesotrófas continentales típicas	39
6.4. Conclusiones	41
7. Fauna	41
7.1. Introducción	41
7.2. Montes Aquilanos	41
7.2.1. Área de estudio incluida en Los Montes Aquilanos	41
7.2.2. Gráfico de hábitats	42
7.2.3. Importancia ornitológica	42
7.2.4. Mamíferos significativos	43
7.2.5. Anfibios significativos	44
7.2.6. Peces significativos	44
7.2.7. Invertebrados significativos	44
7.3. Sierra de La Cabrera	44
7.3.1. Área de estudio incluida en La Sierra de la Cabrera	44

7.3.2. Gráfico de hábitats	44
7.3.3. Importancia ornitológica	44
7.3.4. Mamíferos significativos	46
7.3.5. Anfibios y reptiles significativos	46
7.3.6. Peces significativos	46
7.3.7. Invertebrados significativos	46
7.4. Conclusión	46
8. Espacios naturales protegidos	46
8.1. Sierra de la Cabrera	46
8.2. Montes Aquilanos	47

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1	Croquis de situación	6
2	Cuenca de estudio	9
3	Croquis de la red hidrográfica	9
4	Gráfico de precipitaciones máximas anuales en mm	18
5	Diagrama Walter Lieth	19
6	Mapa forestal de la zona a escala 1:200000	33
7	Pinares en el T.M. de Pozos	35
8	Interior de un melojar en el T.M. de Truchillas	35
9	Castañar en el T.M. de Morla de la Valderia	36
10	Gráfico de hábitats Montes Aquilanos	42
11	Gráfico de hábitats Sierra de la Cabrera	44
12	Plano de la Z.E.P.A. Sierra de la Cabrera	47
13	Plano de la Z.E.P.A. Montes Aquilanos	48

TABLAS

Tabla	Descripción	Página
1	Precipitaciones mensuales en mm	11
2	Temperaturas medias mensuales en °C	12
3	Temperaturas medias de las máximas mensuales en °C	13
4	Temperaturas medias de las mínimas mensuales en °C	14
5	Temperaturas máximas absolutas mensuales en °C	15
6	Temperaturas mínimas absolutas mensuales en °C	16
7	Año medio	17
8	Cálculo de la ETP	20
9	CRA según la litofacie	21
10	Ficha hídrica	22
11	Valores del coeficiente k para el cálculo de la productividad potencial forestal	25
12	Clases de PPF	26
13	Determinación del piso bioclimático según índice de termicidad	28
14	Ombroclima para cada región bioclimática	28
15	Clave para la determinación de subregiones fitoclimáticas españolas	29
16	Etapas de regresión y bioindicadores	31

1. Situación geográfica

Este estudio se desarrolla en un tramo del río Eria, tributario del Duero, desde su nacimiento, a 1900 m sobre el nivel del mar, hasta su paso por el T.M. de Torneros de la Valderia, a 950 m sobre el nivel del mar y con una longitud aproximada del tramo de río de 30 kilómetros. Torneros de la Valdería, pueblo que será de referencia para el estudio climático de la zona, se encuentra en el suroeste de la provincia de León, en la Mancomunidad de la Valdería. Pertenece al municipio formado por los pueblos: Castrocontrigo, Morla de la Valdería, Nogarejas, Pinilla de la Valdería, Pobladura de Yuso y el propio Torneros, situándose el ayuntamiento en Castrocontrigo. Cuenta con una población aproximada de 120 habitantes y una superficie de 294.890 m², se encuentra situado al pie de la Sierra del Pueblo, ocupando una pequeña vega, dejando al noreste el próximo río Eria.

La zona de estudio se encuentra en los Montes de León. Éstos son un conjunto montañoso localizado en el límite galaico-leonés en el noroeste de la Península Ibérica. Incluye sierra Segundera (Moncalvo 2045 m.) y las sierras del Eje, Cabrera Baja (2.021 m.), Montes Aquilanos, Sierra del Teleno (2.188 m.).

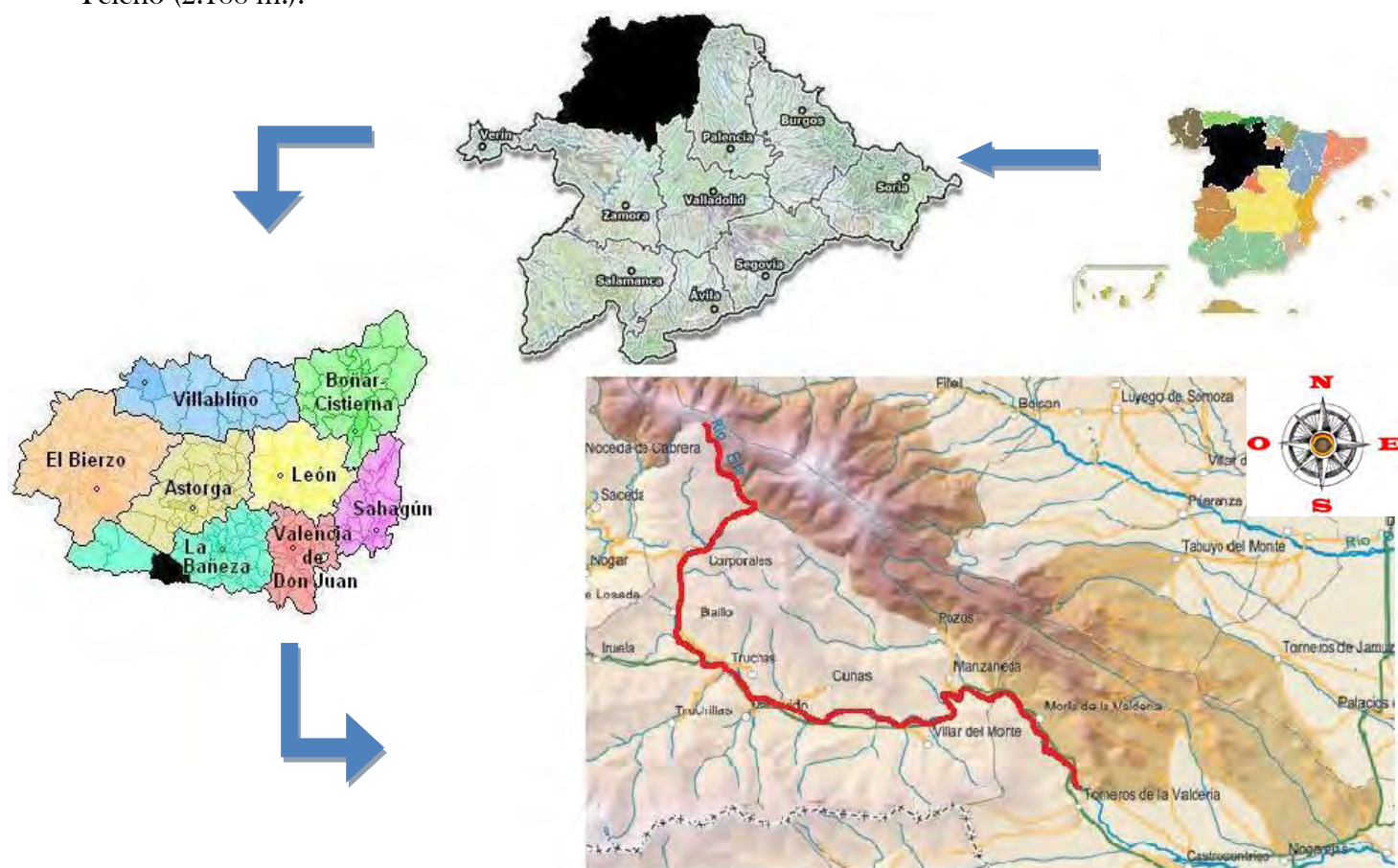


Figura n° 1- Croquis de situación

Las coordenadas de inicio y fin del tramo de estudio son:

Inicio: Latitud: 42.3600	Longitud: -6.4600
Fin: Latitud: 42.2100	Longitud: -6.2400

2. Orografía

El área de estudio se encuentra localizada entre la Sierra del Teleno, incluida en el sector oriental de los Montes Aquilianos, y la zona oriental de la Sierra de la Cabrera, siendo la máxima altura de esta sierra el Pico Vizcudillo de 2122 m, aunque la altura de mayor interés geobotánico y quizás la más emblemática es Peña Trevinca, con sus 2095 ms.n.m. y confluencia orogénica tripartita: Sierra del Eixe en Orense, Sierra Segundera en Zamora, y Sierra de Cabrera en León. Entre estas alineaciones montañosas aparece el fértil valle del Eria, estrecho, con grandes desniveles que alterna con ondulaciones pronunciadas, enmarcadas en grandes alineaciones pizarrosas sobre potentes zócalos de cuarcita armoricana.

Una circunstancia importante del territorio es la divisoria hidrográfica entre las dos grandes vertientes del Duero y Miño, lo que evidentemente condiciona las vías migratorias de la vegetación existente. El macizo Herciniano inicia el movimiento de basculación hacia el oeste de la Cordillera Cantábrica, originándose ambas divisorias definidas por el eje: Piedrafita de Babia-Puerto de la Magdalena-Puerto del Manzanal- El Morredero. En el pico “Cabeza de Yegua” parte hacia el este la Sierra del Teleno que vierte al Duero, con su pico dominante “Teleno” de 2188 ms.n.m. y abrumado por la historia desde la dominación romana (Ruiz de la Torre, 1996).

Para el estudio de los estratos, de acuerdo con las características estructurales del área de estudio, se puede dividir esta en dos zonas:

- 1) Cuencas Terciarias, que corresponde al borde occidental de la cuenca del Duero, adentrándose hacia el occidente a lo largo de los cursos de los ríos. Sus materiales son conglomerados con clastos de cuarcita, cuarzo, pizarras y arenas del Mioceno medio y del superior. Están presentes en esta zona las “rañas”, del tránsito del Neógeno al Cuaternario, formando mantos aplanados que constituyen la culminación de los piedemontes. Están constituidas por cantos y gravas cuarcíticas que dan lugar al desarrollo de suelos hidromórficos con horizonte superficial ferruginoso. Estas rañas se pueden encontrar en los dos márgenes del río Eria. Sobre los terrenos Terciarios se encuentran intercaladas extensas superficies o depósitos Cuaternarios en llanuras aluviales. Los materiales son conglomerados, gravas de gran tamaño y arenas.
- 2) La Zona Centroibérica representada por el Dominio “Ollo de Sapo” se localiza por debajo de la falla del Morredero, con dirección Sureste-Noroeste, va desde Arrabalde bordeando por el Norte de la Sierra del Teleno y los Montes Aquilianos, Pasando por el lago de Carucedo, hasta el vértice El Pájaro en la Sierra del Caurel. Los materiales que la forman son neis y paraneis con sillimanita que han sufrido una importante migmatización posterior, metaarcosas y metagrawacas del Precámbrico y Cámbrico; pizarras grises y cuarcitas armoricanas del Ordovícico inferior presentes en las Sierras del Teleno y de La Cabrera, en ésta última también pizarras y cuarcitas del Ordovícico medio y superior.

3. Hidrografía

3.1. Hidrografía general provincial

Adaptada a estas unidades morfoestructurales, la red hidrográfica provincial participa de tres cuencas: Norte, Miño - Sil y Duero, si bien con clara hegemonía de esta última.

La Cuenca del Duero (72,1% de la superficie Provincial) recoge tres importantes cursos como son el Esla (al que vierten los ríos Porma, Curueño, Torío y Bernesga), el Órbigo (resultado de la fusión del Luna y del Omaña) y el Cea. Todos ellos nacen en las cumbres de la Cordillera Cantábrica y tienen un régimen nivo-pluvial o pluvial.

La divisoria con la cuenca Miño-Sil la constituyen los Montes de León, a partir de los cuales hacia el Oeste y a lo largo de 3.959 km² (el 27,7% de la superficie provincial) se expande el sistema Sil. Este río de régimen pluvial, con afluentes como el Búrbia, Boeza o Cabrera, aporta un caudal abundante y sostenido a lo largo de todo el año que, junto con la orografía, ha favorecido su aprovechamiento hidroeléctrico y le convierte en el auténtico eje vertebrador de la comarca de El Bierzo.

Por último, la cuenca Norte está escasamente representada (el 2,2% de la superficie provincial) limitándose a los enclaves del Norte (valles de Valdeón y Sajambre, drenados por el Sella y Cares respectivamente) y en el oeste las cabeceras de los valles de Balouta. Son ríos de escaso recorrido y régimen nivopluvial cuya intensa acción morfogenética ha originado desfiladeros de gran calidad paisajística como los Beyos y la Garganta del Cares.

3.2. Hidrografía del Eria

El río Eria nace en la comarca leonesa de La Cabrera, en los Montes del Teleno con cumbres por encima de los dos mil metros. Allí se forma tomando aguas de otros pequeños ríos de la zona como el río Iruela, el río Truchillas y el río Pequeño, y muchos riachuelos y arroyos. Discurre entre praderas y zonas rocosas alternadas con algún que otro pinar y acompañado en su camino por un sinfín de chopos y alisos, conocidos como “humeiros”.

Atraviesa un sinfín de pueblos de la Cabrera como Corporales, Baillo, Quintanilla de Yuso y Manzaneda. Es aquí donde abandona La Cabrera y comienza su periplo por la mancomunidad de la Valdería, llamada así por ser el valle del río Eria, atravesando la Sierra del Pueblo. También atraviesa gran cantidad de pueblos como Morla de la Valdería, Torneros de la Valdería, Castrocontrigo, Nogarejas, Pinilla, Pobladura de Yuso, Felechares, San Félix y Calzada, donde pasa al municipio de Castrocabón atravesando dicho pueblo y San Esteban de Nogales. Es aquí donde cambia de provincia y se adentra en Zamora bordeando la sierra de Carpurias. Transita por pueblos como Arrabalde, Villaferreña, Sta. María de la Vega, Morales de Rey y aproximadamente en Manganesos de la Polvorosa, se une al río Órbigo que poco después nutre al río Esla. La longitud aproximada del río Eria es de unos 110 kilómetros.

Por la directiva marco del agua (DMA), el Eria está clasificado en la categoría de río de montaña húmeda silíceo, y como zona potencial para establecer condiciones de referencia.

En cuanto a las aguas subterráneas, el acuífero del río Eria se incluye en la masa de agua subterránea de Sanabria (Ministerio de Medio Ambiente, dirección general del agua, 2005, informe IMPRESS de la Demarcación Hidrográfica del Duero (DHD), capítulo 2: caracterización de la demarcación hidrográfica).

En cuanto a calidad de sus aguas, tanto según el *Iberian Monitoring Working Party* (IBMWP) para la fauna bentónica de invertebrados, como por el Índice de Poluosensibilidad Específica (IPS) para las algas diatomeas (fitobentos), obtiene la clase de calidad muy buena (Confederación Hidrográfica del Duero, Calidad Biológica del agua, Red Integral de Calidad del Agua, 2004-2005).

3.3. Croquis de la Red Hidrográfica

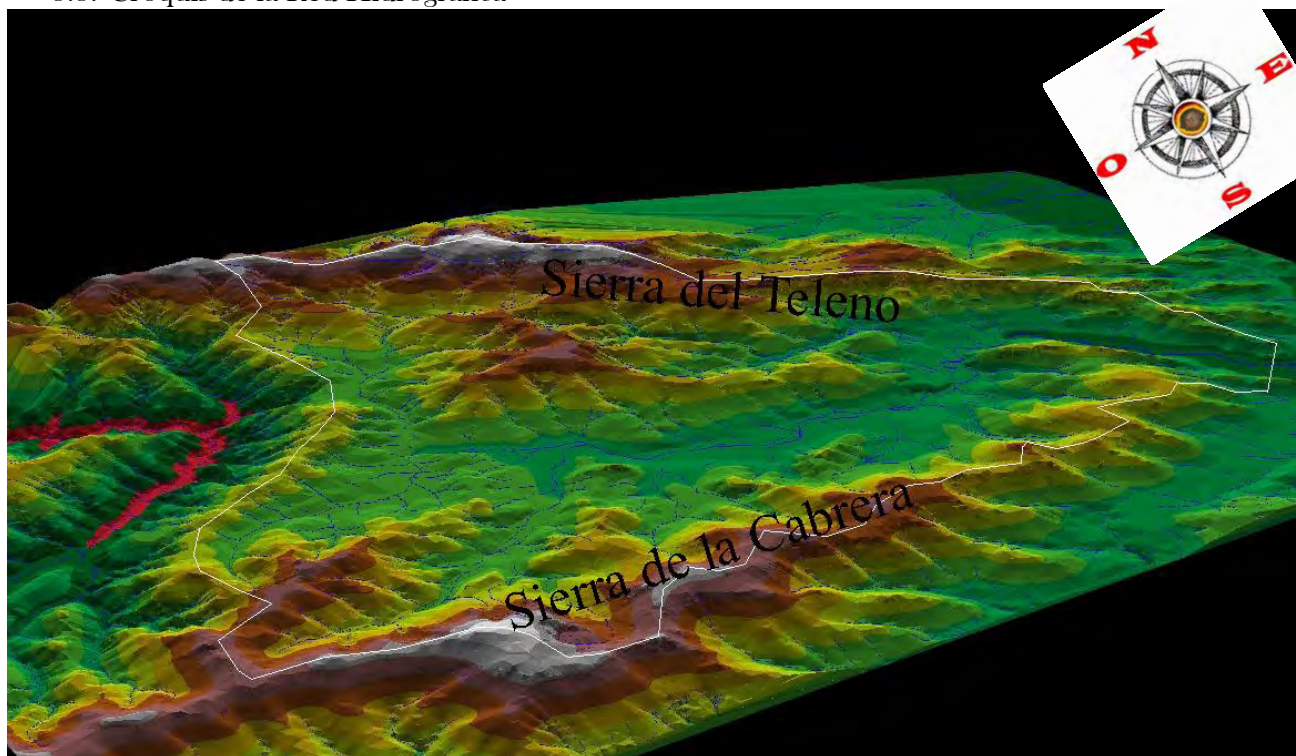


Figura n°2-Cuenca de estudio

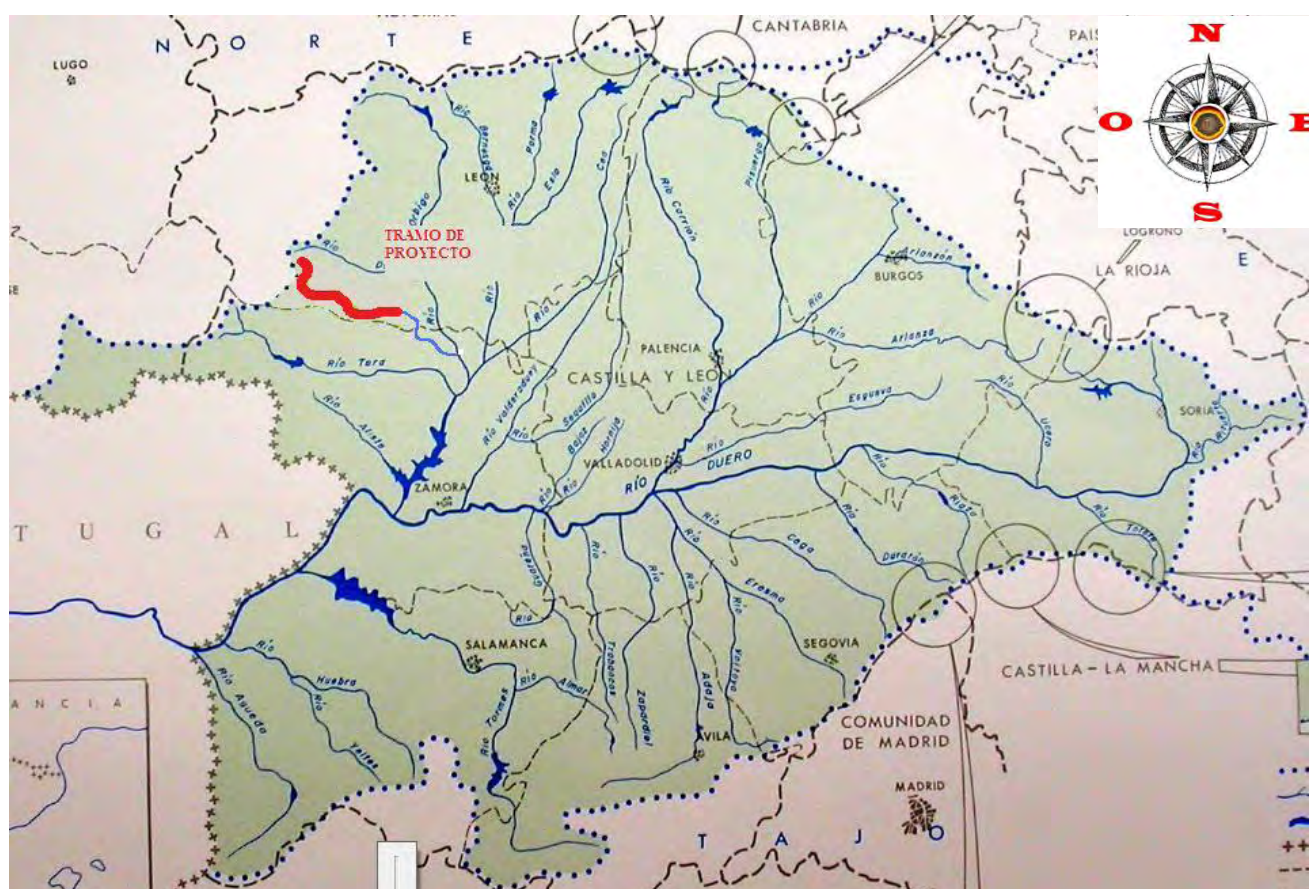


Figura n°3- Croquis de la Red hidrográfica (Confederación hidrográfica del Duero, www.chduero.es)

4. Climatología

4.1. Elección de la estación meteorológica:

Realizado el pertinente estudio, se ha decidido que el observatorio meteorológico más homologable con la zona de estudio es el perteneciente al Instituto Meteorológico Nacional denominado:

Castrocontrigo (2752)

al:

- 1º, estar en la misma cuenca hidrográfica.
- 2º, tener la altitud más similar a la del área de estudio.
- 3º, encontrarse próximo.

Las coordenadas geográficas del observatorio son:

Latitud: 42° 10' N.

Longitud: 6° 11' W.

Estando instalado a una altitud de 920 m sobre el nivel del mar. Como se menciona en el epígrafe 1. Situación geográfica, Torneros de la Valderia se encuentra a 950 m sobre el nivel del mar, por tanto no hace falta realizar corrección.

4.2. Datos meteorológicos de la zona:

Para la elaboración de un cuadro resumen de la situación atmosférica ideal del observatorio, llamado año normal, y que será la base de la futura caracterización climática del área de estudio, se han recogido los siguientes datos para el periodo comprendido entre 1971-2001 (23 años completos y 8 incompletos), ambos inclusive:

- P.- precipitación media mensual en mm
- M.- temperaturas medias mensuales de las máximas en °C
- M.- temperaturas máximas absolutas mensuales en °C
- m.- temperaturas medias mensuales de las mínimas en °C
- m.- temperaturas mínimas absolutas mensuales en °C
- T.- temperatura media mensual en °C

Para las variables meteorológicas relativas a valores medios (T, M y m) y totales mensuales (P), se determinan los valores característicos del año ideal mes a mes, obteniendo el valor promedio en el periodo de tiempo considerado. Las variables meteorológicas absolutas (M y m) no tienen ese tratamiento. El valor característico del año ideal será, para cada mes, el valor extremo (máximo o mínimo) de entre los observados en el periodo establecido. Estos valores quedan expuestos en las siguientes tablas:

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1971	136,0	7,0	64,0	128,0	123,0	45,4	120,9	19,9	0,0	58,2	5,0	25,0
1972	81,0	98,0	60,8	0,0	18,0	25,7	28,6	2,0	71,0	108,2	38,4	76,5
1973	97,0	2,7	7,0	21,5	149,5	26,5	17,5	20,0	14,4	104,5	48,5	58,0
1974	147,0	33,0	30,0	34,5	59,5	102,5	0,0	1,5	10,0	0,0	101,0	13,0
1975	37,0	82,0	52,5				0,0	14,4	114,5	20,4	55,0	58,7
1976	44,0	20,1	17,8	83,5	26,5	17,8	48,5	46,5	56,2	95,9	26,7	59,0
1977	131,0	133,0	38,0	69,0	18,0	38,0	12,0	5,0	6,0	95,0	5,0	261,0
1978	66,6	284,8	31,7	105,7	53,8	66,6	0,0	0,0	0,0	43,4	65,0	340,2
1979	79,5	207,0	118,0	70,6	27,0	15,0	59,0	0,0	0,0	202,0	24,0	9,0
1980	46,8	65,5	12,0	98,4	62,5	33,0	0,0	3,0	15,0	18,5	68,4	0,0
1981	0,0	36,2	49,0	72,0	52,0	20,0	10,0	38,0	40,0	130,0	0,0	195,0
1982	52,0	54,5	0,0	27,5	83,0	33,0	33,5	5,5	115,0	50,5	94,5	61,0
1983	0,0	64,0	0,0	183,0	67,0	43,5	29,0	34,5	0,0			
1984											194,0	32,0
1985	109,0	184,5	11,5	91,5	81,0	23,0	7,0	0,0	4,5	8,0	91,5	115,0
1986	52,0	116,5	26,0	38,5	0,0	9,0	0,0	0,0	132,0	80,5	66,0	39,0
1987	102,0	100,0	7,5	76,5	0,0	28,0	87,0	40,0	117,5	168,0	8,0	65,9
1988	165,0	38,5	0,0	111,5	88,0	160,0	25,0	0,0	0,0	120,0	44,0	0,0
1989	10,0	45,0	28,5	79,0	67,5	2,0	14,0	34,0	35,0	36,0	241,0	372,0
1990	47,0	24,0	22,0	48,0	45,5	23,0	24,0	22,0	37,0	101,0	67,5	8,0
1991	84,0	45,0	142,0	30,0	16,5	12,0		0,0	34,0	46,0	67,0	20,0
1992	55,0	18,5	36,0	59,0	41,0	38,5	18,5	44,5	13,2	58,0	22,0	110,0
1993	31,0	-0,3	39,0	70,0	114,5	48,5	16,0	20,0	70,0	191,0	70,5	0,0
1994	103,0	66,0	6,0	26,0	150,5	11,0	0,0	10,0	8,0	77,0	117,0	84,0
1995	65,5	32,5	18,0	24,0	59,0	66,5	12,5	4,5	26,5	37,5	164,0	223,0
1996		24,0	60,5	23,4	119,5	20,0	7,0	30,5	31,0	33,0		213,0
1997	66,5	0,0	0,0	26,0	74,5	66,0	39,0	72,0	17,0	132,5	168,0	
1998	60,0	26,0	36,0	66,0	73,5	82,0	0,0	6,0	67,0	0,0	11,0	42,0
1999	65,0	8,0	62,0	79,0	79,0	42,0	4,0	50,0	103,0	204,0	6,0	15,0
2000			14,0	199,0	91,0	0,0	15,0	3,0	35,0	30,0	221,0	328,0
2001	223,0	103,0	291,0	0,0								
Suma	2155,9	1919,0	1280,8	1941,1	1840,8	1098,5	628,0	526,8	1172,8	2249,1	2090,0	2823,3
Nº años	28	29	30	29	28	28	28	29	29	28	28	28
MEDIA	77,0	66,2	42,7	66,9	65,7	39,2	22,4	18,2	40,4	80,3	74,6	100,8

Tabla nºI- Precipitaciones mensuales en mm

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1971	4,3	8,1	7,0	10,7	12,8	15,3	20,2	17,4	17,5	15,0	6,8	6,5
1972	3,6	6,1	7,1	9,8	12,0	16,0	19,7	18,1	15,7	12,2	8,2	5,5
1973	5,2	5,6	7,8	9,6	13,7	18,1	19,9	22,3	17,0	12,0	9,5	6,1
1974	6,0	5,6	7,9	10,0	13,9	17,3	19,4	19,4	15,3			
1975							18,9	18,8	14,9	11,1	8,5	7,1
1976	2,8	3,2	5,8	8,0	12,8	17,2	18,4	16,9	11,4	8,3		7,4
1977					7,0	10,0	12,9	13,0	12,7	8,4	4,5	4,7
1978	1,6	3,4	4,7	4,9	8,2	11,1	15,1	14,4	12,6	6,9	6,9	4,2
1979	3,1	4,4	3,7	4,4	8,6	12,7	16,1	13,9	12,9	8,5	4,9	2,6
1980	2,4	4,1	3,7	5,0	8,5	12,6	13,3	16,4	12,3	5,1	-0,5	-2,8
1981	-2,7	-1,8	1,1	1,4	3,6	11,3	11,9	12,6	9,8	5,8	6,2	4,8
1982	5,5	4,0	6,3	9,7	13,1	15,5	18,4	19,2	15,9	10,8	6,6	4,3
1983	2,9	3,9	8,4	7,0	9,3	15,9	18,5	17,5	17,6			
1984											8,2	5,1
1985	1,5	6,1	5,6	10,0	11,1	16,4	19,6	19,0	19,9	13,7	6,3	6,0
1986	4,0	3,9	7,1	5,7	13,7	17,3	21,3	18,4	17,6	14,4	7,1	3,9
1987	3,2	4,5	8,6	10,3	11,5	16,0	19,4	20,8	20,6	10,8	8,5	4,7
1988	4,9	4,7	8,7	9,1	11,8	14,6	17,9	19,4	17,4	11,8	8,0	2,9
1989	3,8	5,9	9,4	6,9	14,5	17,3	22,7	20,3	15,3	13,7	8,8	7,4
1990	2,9	8,0	9,1	7,4	14,2	17,7	21,9	20,7	18,4	11,1	6,4	3,1
1991	2,3	3,5	7,8	8,5	12,4	16,8	20,1	21,7	18,1	9,7	6,6	5,6
1992	1,4	5,3	8,6	10,8	14,0	13,4	20,6	20,3	15,7	10,0	8,7	5,2
1993	2,0	3,9	7,6	9,0	11,8	16,5	18,2	19,8	13,6	9,0	5,9	6,1
1994	4,0	4,5	10,9	8,9	11,8	16,5	21,1	20,6	13,7	12,3	8,7	5,4
1995	5,0	6,0	6,6	11,3	14,0	16,8	19,9	19,5	14,0	13,5	8,8	5,2
1996		3,8	7,3	10,6	11,8	18,0	20,1	18,2	14,6		11,7	5,5
1997	3,2	7,6	11,7	11,9	12,5	13,6	19,0	20,5	17,9	13,8	7,8	
1998	5,2	7,2	9,6		12,9	16,4	19,0	20,6	15,5	11,0	7,0	2,9
1999	3,6	5,0	6,9	9,1	12,9	16,1	20,5	19,1	15,2	10,6	5,3	4,6
2000			7,6	6,9	13,6	17,2	17,0	18,4	16,3	11,7	6,5	5,5
2001	4,9	5,3	8,6	9,1								
Suma	86,6	131,8	205,2	226,0	328,0	433,6	541,0	537,2	449,4	281,2	191,9	129,5
Nº años	26	27	28	27	28	28	29	29	29	26	27	27
MEDIA	3,3	4,9	7,3	8,4	11,7	15,5	18,7	18,5	15,5	10,8	7,1	4,8

Tabla n°2- Temperaturas medias mensuales en °C

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1971	13,1	18,0	17,7	18,3	21,4	24,2	28,2	25,7	27,6	23,6	15,6	14,0
1972	11,7	13,0	14,8	19,3	21,1	25,0	29,8	28,8	25,1	20,0	14,8	12,9
1973	12,8	14,2	18,5	20,3	22,9	28,2	30,1	32,6	27,5	20,8	18,7	14,9
1974	13,0	13,1	16,4	19,6	23,2	27,9	30,7	30,7	25,5			
1975							28,6	29,4	23,2	19,0	14,1	11,1
1976	11,8	10,3	13,6	14,7	21,6	25,8	27,1	25,6	18,4	13,5		12,2
1977					10,4	13,8	17,4	17,9	16,6	11,1	7,4	7,2
1978	3,8	6,5	7,5	7,7	11,9	16,1	20,9	19,8	17,1	10,4	10,3	7,1
1979	5,5	6,9	7,1	7,6	13,5	18,2	21,9	18,6	17,3	12,8	8,1	5,8
1980	5,2	7,2	7,0	8,7	12,5	16,5	18,7	21,4	17,2	7,5	1,9	-0,4
1981	-0,2	1,0	2,9	4,0	5,5	16,5	17,6	17,6	13,8	8,8	12,2	10,6
1982	11,9	10,8	15,8	20,2	23,1	23,7	29,0	31,3	25,6	18,7	13,8	10,4
1983	9,9	8,2	15,9	12,6	15,0	24,7	26,7	24,7	26,8			
1984											12,8	9,7
1985	5,5	10,6	10,9	16,8	17,3	24,2	28,9	28,7	29,2	22,3	11,0	11,3
1986	8,0	7,9	13,2	11,3	21,8	26,4	31,9	28,0	24,9	21,3	13,5	8,5
1987	7,5	9,1	15,2	16,7	19,9	24,3	28,8	29,9	28,6	16,0	13,7	8,4
1988	7,8	9,9	16,0	15,2	18,5	22,1	27,2	28,8	26,7	19,0	13,1	8,0
1989	10,2	11,9	16,9	12,2	22,0	25,4	31,7	29,4	24,2	21,4	12,7	9,2
1990	6,7	13,1	16,6	12,8	22,3	26,6	32,2	30,1	26,3	16,4	11,9	8,2
1991	6,0	8,5	12,7	15,7	21,0	25,2	28,8	31,0	25,8	15,2	11,1	11,0
1992	6,5	12,3	16,1	18,7	22,1	20,5	30,3	29,2	23,8	15,1	13,5	9,5
1993	6,2	10,0	14,5	16,0	17,9	24,0	27,4	29,2	19,7	13,3	10,8	10,8
1994	9,0	9,9	18,9	15,9	18,7	26,0	31,0	29,6	21,1	18,4	13,6	10,0
1995	10,0	10,9	13,7	19,9	21,6	26,3	28,5	28,6	20,4	20,5	13,0	8,4
1996		8,1	13,1	17,2	18,6	26,8	29,4	26,8	22,9		19,0	9,1
1997	7,7	13,9	21,2	19,4	18,5	19,8	27,5	28,8	25,3	20,0	11,8	
1998	8,4	13,7	16,4		18,8	24,0	27,4	29,5	21,1	16,5	12,2	8,1
1999	8,3	10,4	12,9	14,8	18,6	24,5	29,3	27,1	20,4	14,8	10,1	8,7
2000			14,4	10,8	19,7	25,8	24,5	26,5	23,7	17,2	9,5	7,7
2001	7,6	10,1	11,9	15,0								
Suma	213,9	279,5	391,8	401,4	519,4	652,5	791,5	785,3	665,8	433,6	330,2	252,4
Nº años	26	27	28	27	28	28	29	29	29	26	27	27
MEDIA	8,2	10,4	14,0	14,9	18,6	23,3	27,3	27,1	23,0	16,7	12,2	9,3

Tabla n.º3-Temperaturas medias de las máximas mensuales en °C

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1971	-4,4	-1,7	-3,8	3,0	4,2	6,4	12,3	9,0	7,5	6,4	-2,1	-1,0
1972	-4,5	-0,9	-0,7	0,2	2,9	6,9	9,7	7,3	6,3	4,3	1,7	-1,9
1973	-2,3	-3,0	-2,9	-1,0	4,5	8,0	9,7	12,1	6,6	3,3	0,2	-2,6
1974	-1,0	-2,0	-0,6	0,5	4,6	6,7	8,0	8,1	5,1	0,8	0,8	-3,1
1975	-1,1	-0,8	-1,3				9,2	8,1	6,6	3,3	2,8	3,0
1976	-6,2	-3,9	-2,0	1,3	4,1	8,5	9,7	8,2	4,4	3,0		2,7
1977					3,7	6,2	8,4	8,1	8,7	5,7	1,5	2,2
1978	-0,5	0,3	2,0	2,0	4,5	6,2	9,4	8,9	8,0	3,5	3,5	1,3
1979	0,6	1,8	0,4	1,1	3,7	7,2	10,3	9,1	8,4	4,1	1,6	-0,5
1980	-0,4	1,0	0,3	1,3	4,4	8,6	8,0	11,4	7,3	2,7	-2,8	-5,1
1981	-5,2	-4,7	-0,7	-1,2	1,7	6,1	6,2	7,5	5,9	2,7	0,2	-1,0
1982	-0,9	-2,9	-3,3	-0,9	3,0	7,2	7,7	7,0	6,1	3,0	-0,6	-1,7
1983	-4,1	-0,4	0,8	1,4	3,6	7,1	10,3	10,3	8,3			
1984											3,6	0,6
1985	-2,5	1,5	0,3	3,2	4,9	8,6	10,3	9,2	10,5	5,2	1,6	0,6
1986	0,0	-0,1	1,0	0,0	5,7	8,1	10,7	8,7	10,4	7,5	0,7	-0,8
1987	-1,1	-0,1	2,0	3,8	3,1	7,7	10,0	11,7	12,7	5,6	3,3	1,0
1988	2,0	-0,5	1,5	3,1	5,0	7,2	8,7	9,9	8,1	4,6	3,0	-2,1
1989	-2,5	-0,1	1,9	1,6	7,0	9,1	13,7	11,2	6,4	6,0	5,0	5,5
1990	-1,0	2,8	1,5	1,9	6,1	8,8	11,6	11,3	10,5	5,9	0,8	-2,0
1991	-1,4	-1,4	2,9	1,3	3,7	8,4	11,3	12,3	10,5	4,2	2,0	0,2
1992	-3,6	-1,7	1,2	2,8	5,9	6,3	10,9	11,4	7,6	4,9	3,8	0,9
1993	-2,2	-2,1	0,6	2,0	5,7	8,9	9,1	10,4	7,6	4,7	0,9	1,4
1994	-1,1	-0,9	3,0	1,9	4,9	7,0	11,2	11,6	6,3	6,2	3,9	0,7
1995	0,1	1,1	-0,5	2,7	6,5	7,2	11,3	10,3	7,7	6,6	4,6	2,0
1996		-0,5	1,5	4,0	5,0	9,3	10,8	9,6	6,4		4,4	1,8
1997	-1,4	1,2	2,2	4,3	6,4	7,4	10,4	12,3	10,5	7,6	3,8	
1998	1,9	0,8	2,8		7,0	8,7	10,5	11,8	9,8	5,4	1,7	-2,3
1999	-1,0	-0,5	0,8	3,5	7,2	7,8	11,7	11,1	9,9	6,3	0,4	0,6
2000			0,8	2,9	7,5	8,6	9,5	10,3	8,9	6,2	3,4	3,3
2001	2,1	0,5	5,4	3,3								
Suma	-41,7	-17,2	17,1	50,0	136,5	214,2	290,6	288,2	233,0	129,7	53,7	3,7
Nº años	27	28	29	27	28	28	29	29	29	27	28	28

Tabla n.º4- Temperaturas medias de las mínimas mensuales en °C

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1971	15,0	22,0	22,0	22,0	27,0	33,0	33,0	31,0	37,0	31,0	25,0	22,0
1972	14,0	14,0	20,0	25,0	33,0	33,0	36,0	36,0	29,0	27,0	19,0	19,0
1973	16,0	17,0	20,0	27,0	28,0	32,0	35,0	36,5	35,0	25,0	25,0	19,0
1974	16,0	16,0	20,0	21,0	33,0	32,0	35,0	33,0	29,0			
1975							34,0	34,0	28,0	27,0	19,0	14,0
1976	17,0	15,0	23,0	21,0	27,0	29,0	29,0	31,0	22,0	20,0		16,0
1977					16,0	19,0	24,0	25,0	21,0	18,0	16,0	11,0
1978	10,0	10,0	13,0	11,0	18,0	22,0	26,0	23,0	21,0	15,0	15,0	14,0
1979	10,0	12,0	12,0	10,0	30,0	21,0	27,0	25,0	25,0	20,0	11,0	10,0
1980	13,0	10,0	14,0	15,0	18,0	22,0	25,0	30,0	22,0	14,0	8,0	6,0
1981	4,0	6,0	7,0	10,0	15,0	26,0	26,0	22,0	19,0	16,0	18,0	18,0
1982	17,0	19,0	22,0	25,0	31,0	31,5	36,5	35,5	32,0	23,0	21,5	16,0
1983	17,5	15,5	21,5	22,0	22,5	30,0	33,0	30,0	32,5			
1984											17,5	17,0
1985	13,0	16,0	16,0	24,5	25,0	30,0	34,5	33,0	34,0	28,0	21,5	18,0
1986	14,0	12,0	17,0	20,0	29,0	30,0	35,0	33,0	32,0	25,0	17,0	12,5
1987	13,5	21,0	22,5	22,0	27,5	34,5	34,0	37,5	33,0	22,0	17,0	15,0
1988	12,0	14,0	22,0	20,0	23,0	29,0	32,0	32,0	36,0	25,0	19,0	15,0
1989	13,0	17,0	24,0	16,0	28,0	32,0	36,0	35,0	28,0	27,0	19,0	13,0
1990	11,0	19,0	22,0	23,0	28,0	33,5	37,0	36,0	31,0	24,0	21,0	13,0
1991	11,0	14,0	21,0	22,0	29,0	32,5	35,0	36,5	32,5	25,0	18,0	15,0
1992	10,0	20,0	25,0	25,0	30,0	29,0	35,5	35,5	31,0	22,0	20,0	12,0
1993	10,0	13,0	19,0	22,0	22,0	31,0	35,5	36,0	31,0	19,0	15,0	15,0
1994	15,0	16,0	23,5	29,0	29,0	34,0	33,5	34,0	30,0	24,0	20,0	17,0
1995	14,0	16,0	21,0	27,0	25,0	30,0	36,5	34,0	30,0	26,0	20,0	15,0
1996		12,0	20,0	22,0	29,0	33,0	34,0	33,0	30,0		27,0	17,0
1997	14,0	19,0	23,0	25,0	28,0	26,0	33,0	34,0	29,0	27,0	19,0	
1998	14,0	21,0	22,0		25,0	32,0	32,0	36,0	29,0	23,0	18,0	12,0
1999	17,0	18,0	19,0	25,0	28,0	32,0	34,0	31,0	29,0	23,0	15,0	15,0
2000			22,0	16,0	29,0		33,0	34,0	33,0	25,0	15,0	12,0
2001	11,0	17,0	19,0	22,0		32,0						
Máxima	17,5	22,0	25,0	29,0	33,0	34,5	37,0	37,5	37,0	31,0	27,0	22,0

Tabla n°5-Temperaturas máximas absolutas mensuales en °C

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1971	-19,5	-8,0	-11,0	-2,0	-1,0	0,0	8,0	5,0	2,0	3,0	-20,0	-10,0
1972	-15,0	-4,0	-5,0	-7,0	-3,0	0,0	5,0	2,0	2,0	-3,0	-6,0	-6,0
1973	-9,0	-8,0	-8,0	-5,0	-1,0	4,0	5,0	8,0	1,0	0,0	-8,0	-8,0
1974	-8,0	-7,0	-8,0	-3,0	-2,0	2,0	3,0	3,0	-2,0	-4,0	-6,0	-10,0
1975	-6,0	-5,0	-9,0				7,5	5,0	3,0	1,0	0,0	0,0
1976	-10,0	-7,0	-5,0	-3,0	1,0	1,0	7,0	5,5	2,0	-1,0		1,0
1977				0,0	0,0	1,0	4,0	3,0	1,0	1,0	-4,0	-4,0
1978	-7,0	-10,0	-1,0	-2,0	-1,0	3,0	3,0	5,0	0,0	-3,0	-3,0	-6,0
1979	-5,0	-3,0	-7,0	-4,0	-4,0	2,0	2,0	4,0	3,0	2,0	-2,0	-3,0
1980	-8,0	-4,0	-6,0	-4,0	1,0	2,0	4,0	5,0	3,0	-5,0	-9,0	-12,0
1981	-12,0	-11,0	-7,0	-4,0	-2,0	0,0	0,0	2,0	1,0	-3,0	-4,0	-9,0
1982	-7,5	-8,5	-7,5	-5,5	-5,5	2,0	3,0	4,0	2,0	0,0	-4,5	-11,0
1983	-10,0	-8,5	-3,0	-3,5	1,0	3,0	6,0	6,0	2,0			
1984											-2,0	-4,5
1985	-10,0	-4,5	-4,0	-1,0	-1,0	5,0	7,0	3,0	5,0	0,0	-5,0	-5,0
1986	-3,0	-6,5	-3,0	-5,0	-2,0	0,0	3,0	1,0	1,0	0,0	-3,0	-6,0
1987	-8,0	-8,0	-4,0	-1,5	-3,0	2,0	5,0	6,0	6,0	1,0	-1,0	-6,0
1988	-2,0	-7,0	-6,5	-1,0	3,0	0,0	3,0	3,0	3,0	1,0	-9,0	-8,5
1989	-8,0	-5,0	-7,0	-2,0	1,0	2,0	6,0	7,0	-1,0	0,0	-1,5	1,0
1990	-6,0	-2,0	-4,0	-2,0	1,0	6,0	3,0	4,0	5,0	-1,0	-3,0	-7,0
1991	-6,0	-6,0	-3,0	-5,0	-2,0	1,0	5,0	4,0	5,0	-4,5	-6,0	-4,5
1992	-8,0	-8,0	-3,0	-4,0	-4,0	3,0	6,0	7,0	2,0	-2,0	-5,0	-4,5
1993	-6,0	-7,0	-8,0	-3,0	0,0	4,0	3,0	2,5	1,0	-2,0	-3,0	-4,0
1994	-6,0	-5,0	-2,0	-5,5	-0,5	0,0	7,0	8,0	-1,0	0,0	-3,0	-5,0
1995	-6,0	-5,0	-5,0	-2,0	0,0	1,0	7,0	3,0	1,0	0,0	-2,0	-6,0
1996		-5,0	-5,0	-1,5	-1,5	2,0	3,0	1,0	2,0		-2,0	-7,0
1997	-11,0	-4,0	-4,0	-3,0	0,0	3,0	2,0	6,0	7,0	-3,0	0,0	
1998	-3,0	-3,0	-3,0		1,0	3,0	5,0	5,0	6,0	-1,0	-4,0	-7,0
1999	-6,0	-9,0	-9,0	-3,0	1,0	3,0	6,0	7,0	4,0	1,0	-6,0	-7,0
2000			-5,0	-2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	0,0	-2,0	-1,0
2001	-1,0	-5,0	0,0	-2,0								
Mínima	-19,5	-11,0	-11,0	-7,0	-5,5	0,0	0,0	1,0	-2,0	-5,0	-20,0	-12,0

Tabla n°6-Temperaturas mínimas absolutas mensuales en °C

Así queda el año medio, sin corrección altitudinal por la semejanza entre las dos estaciones en cuanto a altitud respecto al mar, sólo 30 m de diferencia:

Meses	M(°C)	<u>M</u> (°C)	T(°C)	<u>m</u> (°C)	m(°C)	P(mm)
Enero	17,5	8,2	3,3	-1,5	-19,5	77,0
Febrero	22,0	10,4	4,9	-0,6	-11,0	66,2
Marzo	25,0	14,0	7,3	0,6	-11,0	42,7
Abril	29,0	14,9	8,4	1,9	-7,0	66,9
Mayo	33,0	18,6	11,7	4,9	-5,5	65,7
Junio	34,5	23,3	15,5	7,7	0,0	39,2
Julio	37,0	27,3	18,7	10,0	0,0	22,4
Agosto	37,5	27,1	18,5	9,9	1,0	18,2
Septiembre	37,0	23,0	15,5	8,8	-2,0	40,4
Octubre	31,0	16,7	10,8	4,8	-5,0	80,3
Noviembre	27,0	12,2	7,1	1,9	-20,0	74,6
Diciembre	22,0	9,3	4,8	0,1	-12,0	100,8
Anual	37,5	17,1	10,5	4,0	-20,0	694,4

Tabla n°7- Año medio

A partir de los datos del año medio se pueden caracterizar los regímenes pluviométricos y termométricos, de tal manera:

Régimen térmico:

Mes más cálido:Julio/ 18,7 °C
 Mes más frío: Enero/ 3,3 °C
 Temperatura media de las mínimas del mes más frío:-1,5 °C
 Temperatura media de las máximas del mes más cálido:.....27,3 °C
 Oscilación media anual de la temperatura:28,8 °C
 Temperatura media de las máximas en verano (Jul., Ago. y Sep.):.....25,8 °C
 Máxima absoluta del período de observación:.....37,5 °C
 Mínima absoluta del período de observación: -20,0 °C
 Meses con temperatura media inferior a 6 °C:.....3 (Ene., Feb. y Dic.)
 Meses con helada probable:..... 7 (Mar., Abr., May., Sep., Oct., Nov. y Dic.)
 Meses de helada segura:2 (Ene. Y Feb.)

Régimen pluviométrico:

Mes más lluvioso:..... Diciembre / 100,8 mm
 Mes más seco: Agosto/ 18,2 mm
 Precipitación en invierno (Ene., Feb. y Mar.): 185,9 mm (26,77%)
 Precipitación en primavera (Abr., May. y Jun.):..... 171,8 mm (24,74%)
 Precipitación en verano (Jul., Ago. y Sep.): 81,0 mm (11,66%)
 Precipitación en otoño (Oct., Nov. y Dic.): 255,7 mm (36,82%)
 Estación más lluviosa: Otoño
 Estación más seca:Verano
 Precipitación máxima anual en el periodo considerado 1057,8 mm
 Años en que se supera la precipitación media anual (teniendo en cuenta sólo los que tienen todos los datos de precipitaciones mensuales totales):.....10 años (40%)

Precipitación máxima anual en mm

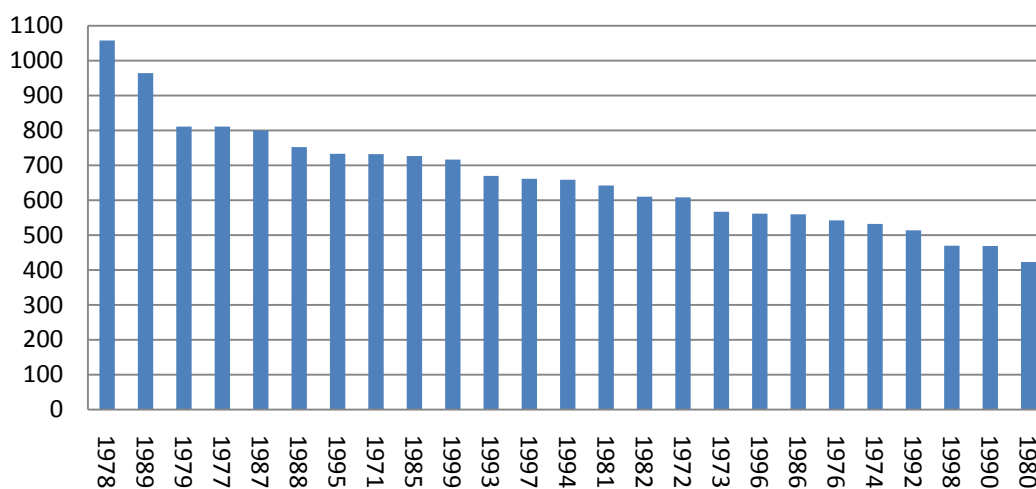


Figura n° 4- Gráfico de precipitaciones máximas anuales en mm.

Periodo vegetativo:

Meses de parón vegetativo por frío ($T < 6^{\circ}\text{C}$): 3 (Ene., Feb. y Dic.)
 Meses de parón vegetativo por aridez ($P < 2T$): 2 (Jul., Ago.)
 Meses de actividad vegetativa plena: 7 (Mar., Abr., May., Jun., Sep., Oct. y Nov.)

4.3. Climodiagrama de Walter-Lieth

A continuación se muestra el climodiagrama de Walter-Lieth característico de la zona de estudio:

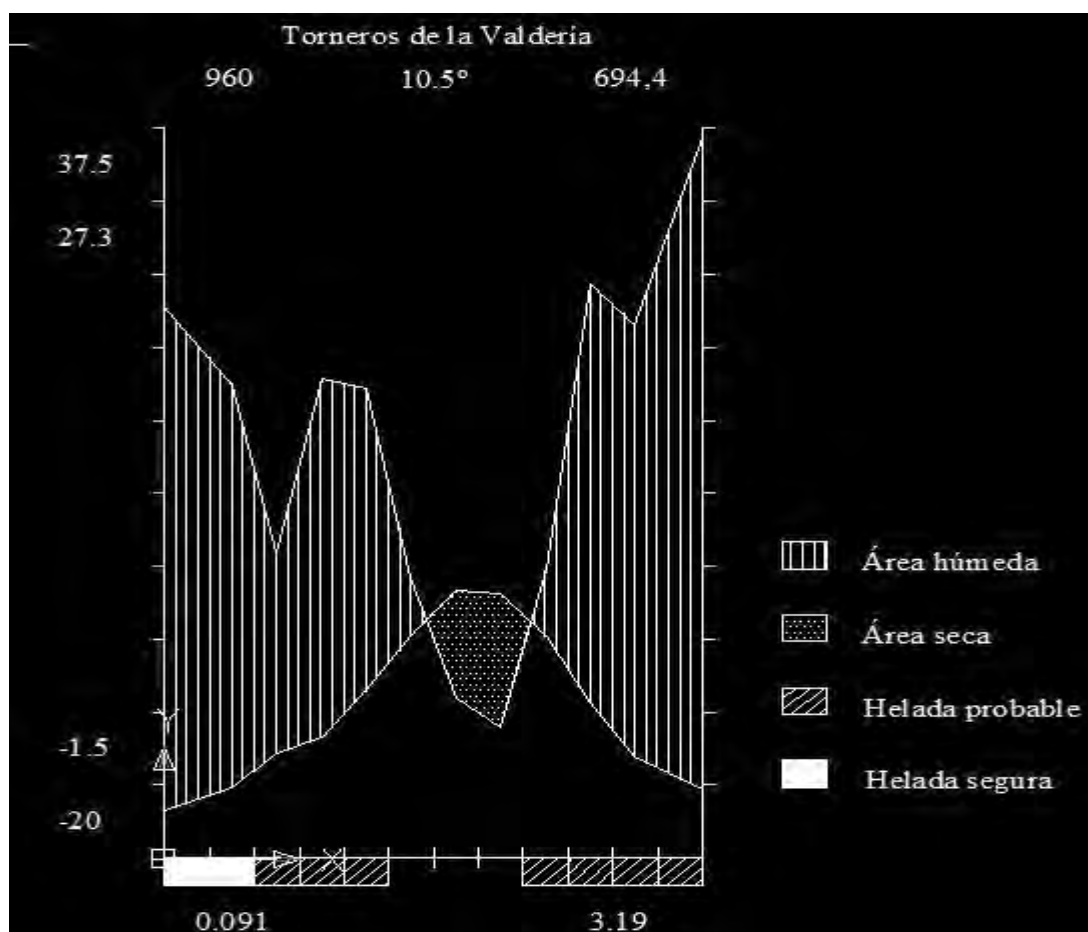


Figura n°5 - Diagrama Walter-Lieth

4.4. Balance hídrico

Del total de los aportes por precipitación que llega a la superficie de la tierra, es posible diferenciar dos grandes fracciones: por un lado agua que de una forma u otra acaba en el mar, y agua que retorna a la atmósfera en forma de vapor. Cuando se quiere determinar esta segunda fracción en una superficie cubierta de vegetación, resulta prácticamente imposible separar la transpiración de la evaporación propiamente dicha, por lo que es necesario recurrir al concepto de evapotranspiración, entendida como “agua devuelta a la atmósfera en forma de vapor resultado de los procesos de evaporación y transpiración vegetal”.

4.4.1. Evapotranspiración potencial

Entendiendo como evaporación potencial lo propuesto por Thornthwaite; “el agua devuelta a la atmósfera en estado de vapor, en un suelo que tenga la superficie completamente cubierta de vegetación y en el supuesto de no existir limitación de agua para obtener un crecimiento vegetal óptimo”.

Para la creación de un cuadro con la evapotranspiración potencial de cada mes de nuestro año normal se sigue el método de Thornthwaite (1948,1955) para el cálculo de la ETP, donde:

Expresión:

- Si $T_i \leq 26,5^\circ\text{C}$

- Si $T_i > 26,5^\circ\text{C}$

$$ETPi = 16 \cdot fi \cdot \left(\frac{10 \cdot T_i}{I}\right)^\alpha$$

$$ETPi = fi \cdot (8,00356 \cdot T_i - 76,5928)$$

Donde:

I.- Índice de calor anual, cuyo valor es la suma de los doce valores mensuales

$$i_i = (T_i/5)^{1,514}$$

T.- Temperatura media del mes “i” en grados centígrados

$$\alpha = 0,000000675 \cdot I^3 - 0,0000771 \cdot I^2 + 0,01792 \cdot I + 0,49239$$

ETPi.- Evapotranspiración potencial en el mes “i” en mm.

f.- Duración media de la luz solar por comparación a un mes de 30 días y 12 horas de luz.

i.- índice de calor mensual.

Meses	T(°C)	i	f	ETP(mm)
Enero	3,3	0,53	0,81	10,2
Febrero	4,9	0,97	0,82	16,2
Marzo	7,3	1,77	1,02	31,8
Abril	8,4	2,19	1,12	41,0
Mayo	11,7	3,62	1,26	67,2
Junio	15,5	5,55	1,28	94,0
Julio	18,7	7,37	1,29	117,3
Agosto	18,5	7,25	1,2	107,8
Septiembre	15,5	5,55	1,04	76,4
Octubre	10,8	3,21	0,95	46,2
Noviembre	7,1	1,70	0,81	24,5
Diciembre	4,8	0,94	0,77	14,9
Anual	10,5	40,65	-	647,6

Tabla n°8- Cálculo de la ETP

4.4.2. Ficha hídrica

Para la realización de la misma se entiende que:

Si en el mes “i”, $P_i > ETP_i$, existe superávit de agua que quedará retenido en el suelo, si no se ha alcanzado la capacidad de retención de agua máxima de éste, o drenará superficialmente y en profundidad en caso contrario. La ETP coincide con la evapotranspiración real máxima posible (ETRMP) y la vegetación no padece sequía fisiológica (SF).

Si en el mes “i”, $P_i = ETP_i$, no existe sobrante de agua por lo que no habrá drenaje ni variación en el contenido de agua en el suelo. La ETP también coincide con la ETRMP, con la consiguiente ausencia de SF.

Si en el mes “i”, $P_i < ETP_i$, existe déficit de agua que es paliado en parte por el agua existente en el suelo, por lo que éste reduce su contenido. No existe drenaje de agua, siendo la ETRMP menor que la ETP, lo que se traduce en SF (diferencia entre ETP y ETRMP).

Además, y para este caso, la capacidad de retención de agua es de 200 mm como puede comprobarse según la tabla siguiente, debido a la litofacies de pizarra existente (Gómez Sanz, 2005).

LITOFACIES	CRA (mm)
Aluviones silíceos o calizos Arcillas Margas Margas alternantes con calizas Vulcanitas ultrabásicas	250
Calizas Calizas alternantes con areniscas Dolomías Margas alternantes con areniscas Molasas margosas Pizarras Pizarras alternantes con areniscas	200
Conglomerados calizos Esquistos calizos o silíceos Gneis y micacitas Granitos gnéisicos Plutonitas básicas Vulcanitas ácidas	150
Arenas arcósicas algo arcillosas Areniscas arcillosas o cuarzosas Conglomerados silíceos Granitos	100
Arenales calizos o silíceos Graveras calizas o silíceas Margas yesosas	50

Tabla n°9- CRA según la litofacie (Caracterización básica de biotopos forestales, Gómez Sanz, 2005)

Para cada uno de los meses del año, se determinan los valores de las variables siguientes:

Ti: temperatura media mensual del mes “i” en °C.

Pi: precipitación media mensual del mes “i” en mm.

ETPi: evapotranspiración potencial del mes “i” en mm.

Si: Superávit del mes “i” en mm ($P_i - ETP_i$, siempre que sea $>0,0$)

Di: Déficit del mes “i” en mm ($P_i - ETP_i$, siempre que sea $<0,0$)

Ri: Reserva de agua en el suelo en el mes “i”, en mm

El cálculo de esta variable se inicia por la reserva de agua en el suelo al final del período húmedo (reserva en el último mes con superávit), valor que recibe el nombre de K. para determinar el valor k se procede calculando el valor de A según la siguiente expresión:

$$CRA \cdot e^{-\left(\frac{D}{CRA}\right)} + S = A$$

Donde:

CRA: capacidad de retención máxima de agua que el suelo presenta.

S: Sumatorio de todos los superávits mensuales.

D: Sumatorio de todos los déficit mensuales.

Así, como:

$A \geq \text{CRA}$, entonces $K = \text{CRA}$

Conocido el valor de K , las reservas mensuales de agua en el suelo se determinan:

Meses con déficit: $R_i = K \cdot e^{-\left(\frac{\sum \text{deficits hasta el mes } i}{K}\right)}$

Meses con superávit: $R_i = R_{i-1} + S_i$ (si R_i resulta $> \text{CRA}$, entonces $R_i = \text{CRA}$)

ETRMPi: Evapotranspiración real máxima posible en el mes “i”, en mm. Determinación:

Meses con superávit: $\text{ETRMP}_i = \text{ETP}_i$

Meses con déficit: $\text{ETRMP}_i = R_{i-1} - R_i + P_i$

SFi: Sequía fisiológica del mes “i” en mm. Determinación:

$SF_i = \text{ETP}_i - \text{ETRMP}_i$

DRJi: Drenaje calculado del mes “i”, en mm. Determinación:

$DRJ_i = R_{i-1} + S_i - \text{CRA}$ (si resulta $DRJ_i < 0,0$, entonces $DRJ_i = 0,0$)

Así queda la ficha hídrica:

Meses	T(°C)	P(mm)	ETP(mm)	S(mm)	D(mm)	R(mm)	ETRMP(mm)	SF(mm)	DRJ(mm)
Enero	3,3	77,0	10,2	66,8	0,0	200,0	10,2	0,0	66,8
Febrero	4,9	66,2	16,2	50,0	0,0	200,0	16,2	0,0	50,0
Marzo	7,3	42,7	31,8	10,9	0,0	200,0	31,8	0,0	10,9
Abril	8,4	66,9	41,0	25,9	0,0	200,0	41,0	0,0	25,9
Mayo	11,7	65,7	67,2	0,0	1,5	198,5	67,2	0,0	0,0
Junio	15,5	39,2	94,0	0,0	54,8	150,9	86,8	7,2	0,0
Julio	18,7	22,4	117,3	0,0	94,9	93,9	79,4	37,9	0,0
Agosto	18,5	18,2	107,8	0,0	89,6	60,0	52,1	55,7	0,0
Septiembre	15,5	40,4	76,4	0,0	36,0	50,1	50,3	26,1	0,0
Octubre	10,8	80,3	46,2	34,1	0,0	84,2	46,2	0,0	0,0
Noviembre	7,1	74,6	24,5	50,1	0,0	134,3	24,5	0,0	0,0
Diciembre	4,8	100,8	14,9	85,9	0,0	200,0	14,9	0,0	20,3
Anual	10,5	694,4	647,6	323,7	276,9	-	520,5	127,0	173,9

Tabla nº10- Ficha hídrica

A partir de la ficha hídrica se deducen los siguientes parámetros ecológicos:

1.-Eficacia Térmica del clima:

$\text{ETC} = \text{ETP}_{\text{ANUAL}} = 647,6 \text{ mm}$

2.-Índice hídrico:

$$I_H = (100 \times 323,7 - 60 \times 276,9) / 647,6 = 24,3$$

Clasificación de Thornthwaite: Clima Mesotérmico y húmedo.

3.-Evapotranspiración real máxima posible anual:

$$ETRMP_A = 520,5 \text{ mm. (80,37\% de la } ETP_A)$$

4.-Sequía Fisiológica anual:

$$SF_A = 127,0 \text{ mm. (18,29\% de la } ETP_A)$$

5.-Drenaje calculado del suelo anual:

$$DJR_A = 173,9 \text{ mm. (25,04\% de la } ETP_A)$$

4.5. Productividad potencial

Índice de Rosenzweig

$$\text{Log}_{10} \text{PPNP} = 1,66 \times \text{Log}_{10} ETRMP_A - 1,66$$

$$\text{Log}_{10} \text{PPNP} = 1,66 \times \text{Log}_{10} 520,5 - 1,66 = 2,849$$

$$\text{PPNP} = 706,7 \text{ g de M.S./m}^2 \text{ año}$$

Siendo:

PPNP: Productividad primaria neta potencial, expresada en gramos de materia seca por metro cuadrado y año.

ETRMP_A: Evapotranspiración real máxima posible anual en mm

Ante la dificultad de la determinación de la ETRMP_A, se sustituye ésta en la fórmula anterior por la Evapotranspiración Real Máxima Posible (ETRMP) anual, valor determinado en la ficha hídrica.

Índice de Paterson.

$$I = \frac{V \cdot f \cdot PA \cdot G}{12 \cdot A}$$

$$I = \frac{18,7 \cdot 0,694 \cdot 694,4 \cdot 7}{12 \cdot 28,8}$$

$$I = 182,75$$

Siendo:

V: Temperatura media mensual del mes más cálido, en °C

A: Diferencia entre la media de las temperaturas máximas del mes más cálido y la media de las temperaturas mínimas del mes más frío, en °C

f: Responde a la expresión $f = 2500 / (N + 1000)$ donde N es el número de horas de sol al año (Supuesta de 2600 horas al año aproximadamente)

PA: Precipitación anual en mm

G: Duración del periodo vegetativo, en meses. De acuerdo con Gaussen, son meses de actividad vegetativa aquellos en los que las precipitaciones, expresadas en mm, son iguales o superiores al doble de la temperatura media del mes, expresada en °C, y

Que dicha temperatura iguale o supere los 6 °C.

I: Índice fitoclimático

$$\text{Producción (m}^3 \text{ madera/Ha año)} = 5,3 \times \log_{10} I - 7,4$$

$$\text{Producción} = 4,59 \text{ m}^3 \text{ madera/Ha año}$$

Productividad potencial forestal de Gandullo y Serrada (1977)

Esta productividad está apoyada en el índice de Paterson, y adopta la siguiente expresión:

$$\text{P.P.F. (m}^3 \text{ madera/Ha año)} = k (5,3 \times \log_{10} I - 7,4)$$

$$\text{P.P.F. (m}^3 \text{ madera/Ha año)} = 1,44(5,3 \times \log_{10} I - 7,4)$$

$$\text{P.P.F.} = 6,61 \text{ m}^3 \text{ madera/Ha año}$$

Siendo:

I : Índice de Paterson

K: Coeficiente que depende de la litofacie según la tabla siguiente, en este caso 1,44:

LITOFACIES	ESPAÑA CON ARIDEZ ESTIVAL	ESPAÑA SIN ARIDEZ ESTIVAL	K
A	Aluviones calizos Aluviones silíceos	Aluviones calizos	1,66
B	Esquistos silíceos Gneis y micacitas Pizarras	Aluviones silíceos Calizas Dolomías Esquistos calizos Gabros y peridotitas Pizarras	1,44
C	Arenas arco-arcillosas Areniscas calizas Esquistos calizos Gabros y peridotitas Granitos gnéisicos Margas y areniscas Molasas margosas	Areniscas calizas Areniscas pizarrosas Esquistos silíceos Gneis y micacitas Margas y areniscas Margas calizas Molasas margosas	1,22
D	Areniscas arcillosas Areniscas pizarrosas Conglomerados calizos Dolomías Granitos Margas Margas calizas	Arenas arco-arcillosas Areniscas arcillosas Granitos Granitos gnéisicos Margas	1,00
E	Calizas Arenales calizos Arenales silíceos	Arcillas Arenales calizos Conglomerados calizos	0,77
F	Arcillas Cuarzoarenitas y cuarcitas Conglomerados silíceos Graveras calizas Margas yesíferas	Arenales silíceos Cuarzoarenitas y cuarcitas Conglomerados silíceos Graveras calizas Margas yesíferas	0,55
G	Graveras silíceas	Graveras silíceas	0,33
H	Sitios semiencharcados	Sitios semiencharcados	0,00

Tabla nº11- Valores del coeficiente k para el cálculo de la productividad potencial forestal (Caracterización básica de biotopos forestales, Gómez Sanz, 2005)

Este dato obtenido según la productividad potencial forestal de Gandullo y Serrada (1977) nos permite clasificar el lugar como un territorio con limitaciones débiles para el crecimiento de bosques con vocación productora según la siguiente tabla:

CLASES DE PRODUCTIVIDAD POTENCIAL FORESTAL		
P.P.F.	Clase	Definición
$> 7,5 \text{ m}^3/\text{ha-año}$	I	<p><i>Territorio sin limitaciones importantes para el crecimiento de bosques con vocación productora.</i></p> <p>Las elevadas precipitaciones y el régimen térmico suave hacen que el período vegetativo sea prolongado, permitiendo los mejores crecimientos de las masas forestales. El suelo no impone grandes limitaciones.</p>
$6,1 \text{ a } 7,5 \text{ m}^3/\text{ha-año}$	II	<p><i>Territorio con limitaciones débiles para el crecimiento de bosques con vocación productora</i></p> <p>La pequeña reducción del período vegetativo (por aridez o frío) o la existencia, aún en condiciones climáticas ideales, de propiedades edáficas algo alejadas del óptimo llevan a una ligera limitación en el crecimiento de masas forestales.</p>
$4,6 \text{ a } 6,0 \text{ m}^3/\text{ha-año}$	III	<p><i>Territorio con limitaciones moderadas para el crecimiento de bosques con vocación productora.</i></p> <p>Aparecen tanto bajo situaciones de clima adecuado, pero con litofacies que generan suelo con importantes limitaciones para el arbolado, como bajo clima no óptimo, si bien con litofacies favorables para la producción forestal.</p>
$3,1 \text{ a } 4,5 \text{ m}^3/\text{ha-año}$	IV	<p><i>Territorio con limitaciones moderadamente graves para el crecimiento de bosques con vocación productora.</i></p> <p>El clima es siempre un factor limitante, especialmente por su elevada aridez. La litofacies da origen a suelos de calidad intermedia o incluso buena.</p>
$1,6 \text{ a } 3,0 \text{ m}^3/\text{ha-año}$	V	<p><i>Territorio con limitaciones graves para el crecimiento de bosques con vocación productora.</i></p> <p>Las condiciones climáticas son muy desfavorables para el crecimiento, consecuencia del corto período de actividad vegetativa -sobre todo por aridez-. La litofacies originan suelos de mediocre calidad, contribuyendo a la limitación en el crecimiento del arbolado.</p>
$0,5 \text{ a } 1,5 \text{ m}^3/\text{ha-año}$	VI	<p><i>Territorio con limitaciones muy graves para el crecimiento de bosques con vocación productora.</i></p> <p>Las especialmente desfavorables condiciones climáticas cuestionan incluso la posibilidad de existencia de formaciones boscosas. La elevada aridez amortigua incluso el efecto de litofacies creadoras de suelos de aceptable calidad.</p>
$< 0,5 \text{ m}^3/\text{ha-año}$	VII	<p><i>Territorio con limitaciones lo suficientemente graves para impedir el crecimiento de formaciones boscosas estables</i></p> <p>La aridez climática hace imposible la existencia del bosque, aun existiendo litofacies favorables.</p>

Tabla n°12-Clases de PPF (Caracterización básica de biotopos forestales, Gómez Sanz, 2005)

4.6. Clasificación climática con base fitográfica

4.6.1. Clasificación de Rivas Martínez

El proceso operativo de la clasificación por Rivas es el siguiente:

- a. Determinación de la región bioclimática a la que pertenece la estación, de acuerdo con el ámbito biogeográfico:

- ✓ Islas Canarias: Región Macaronésica.
- ✓ Península Ibérica e Islas Baleares: Regiones Eurosiberiana y Mediterránea.

Para delimitar ambas se utilizan los índices de mediterraneidad:

$$Im1 = \frac{ETP_{julio}}{P_{julio}}$$

$$Im2 = \frac{ETP_{julio} + ETP_{agosto}}{P_{julio} + P_{agosto}}$$

$$Im3 = \frac{ETP_{junio} + ETP_{julio} + ETP_{agosto}}{P_{junio} + P_{julio} + P_{agosto}}$$

- Así: - si $Im1 > 4$, $Im2 > 3,5$ y $Im3 > 2,5$: Región Mediterránea
 -si no se cumple alguna de las tres condiciones anteriores: Región eurosiberiana

Para la zona de estudio:

$$\begin{aligned} Im1 &= 5,2 \\ Im2 &= 11,1 \\ Im3 &= 13,5 \end{aligned}$$

Por lo tanto, la región es mediterránea

- b. Determinación del piso bioclimático: Dentro de cada región se establece una serie de pisos con un criterio exclusivamente térmico, a través del parámetro índice de termicidad (It), según lo establecido en la tabla siguiente:

$$It = (T + 2tf) \cdot 10$$

Siendo:

T: Temperatura media anual en °C

Tf: Temperatura media del mes más frío, en °C

PISOS BIOCLIMÁTICOS					
Región EUROSIBERIANA		Región MEDITERRÁNEA		Región MACARONÉSICA	
COLINO	$It > 180$	TERMOMEDITERRANEO	$It > 350$	INFRACANARIO	$It > 480$
MONTANO	$50 < It < 180$	MESOMEDITERRANEO	$210 < It < 350$	TERMOCANARIO	$340 < It < 480$
SUBALPINO	$-50 < It < 50$	SUPRAMEDITERRANEO	$60 < It < 210$	MESOCANARIO	$220 < It < 340$
ALPINO	$It < -50$	OROMEDITERRANEO	$-30 < It < 60$	SUPRACANARIO	$90 < It < 220$
		CROROMEDITERRANEO	$It < -30$	OROCANARIO	$It < 90$

Tabla n°13- Determinación del piso bioclimático según índice de termicidad (Caracterización básica de biotopos forestales, Gómez Sanz, 2005)

$It = 172$, con lo que es el piso supramediterráneo.

- c. Determinación del grado de humedad: Se define de acuerdo con la precipitación media anual:

GRADO DE HUMEDAD					
Región EUROSIBERIANA		Región MEDITERRANEA		Región MACARONÉSICA	
<i>Ombroclima</i>	<i>Precip. en mm</i>	<i>Ombroclima</i>	<i>Precip. en mm</i>	<i>Ombroclima</i>	<i>Precip. en mm</i>
Subhúmedo	$500 < PA < 900$	Arido	$PA < 200$	Arido	$PA < 200$
Húmedo	$900 < PA < 1.400$	Semiárido	$200 < PA < 350$	Semiárido	$200 < PA < 350$
Hiperhúmedo	$PA > 1.400$	Seco	$350 < PA < 600$	Seco	$350 < PA < 550$
		Subhúmedo	$600 < PA < 1.000$	Subhúmedo	$550 < PA < 850$
		Húmedo	$1.000 < PA < 1.600$	Húmedo	$PA > 850$
		Hiperhúmedo	$PA > 1.600$		

Tabla n°14-Ombroclima para cada región bioclimática (Caracterización básica de biotopos forestales, Gómez Sanz, 2005)

Precipitación anual en mm = 694,4, por lo que es ombroclima subhúmedo.

4.6.2. Clasificación por subregiones fitoclimáticas de Allué Andrade

El sistema fitoclimático de desarrollado por Allué Andrade (1995) intenta establecer una correspondencia biunívoca entre clima y vegetación. A partir de los climodiagramas de Walter-Lieth, y con el empleo de la clave siguiente, es posible determinar el subtipo fitoclimático en el que está incluida una localización y la vegetación que lleva asociada.

CLAVE FITOCLIMÁTICA CUALITATIVA						SUBREGIÓN	SUPTIPO FITOCLIMÁTICO				
mMF > -7 °C	a ≥ 11,44					III(IV)	SAHARIANO SUBMEDITERRÁNEO				
	3 ≤ a < 11,44	mMF > 0 °C	k ≥ 1	TMC ≥ 26,5 °C		IV(III)	MEDITERRÁNEO	SUBSAHARIANO			
				TMC < 26,5 °C		IV ₁		GENUINO			
			k < 1	TMF ≥ 9,5 °C		IV ₂			SUBESTEPARIO		
				TMF < 9,5 °C	P > 500 mm					IV ₃	SUBNEMORAL
					P ≤ 500 mm					IV ₄	
				mMF ≤ 0 °C		TMF ≤ 2 °C		IV(VII)			
		TMF > 2 °C				IV(VI) ₁					
		1,25 ≤ a < 3		TMF ≥ 7,5 °C	P ≤ 850 mm			IV(VI) ₂		NEMORO-MEDITERRÁNEO	SUBNEMORAL
	P > 850 mm				VI(IV) ₃	GENUINO					
	0 ≤ a < 1,25		P ≤ 950 mm	mMF > 0 °C			VI(IV) ₄	SUBMEDITERRÁNEO			
				mMF ≤ 0 °C		VI(VII)	SUBESTEPARIO				
	P > 950 mm		TMF > 4 °C		VI(V)	NEMORAL		GENUINO			
			TMF ≤ 4 °C	HS ≤ 3 meses					VI		
				HS > 3 meses				VIII(VI)	OROBOREALOIDE	SUBNEMORAL	
										GENUINO	
	mMF ≤ -7 °C	a = 0	TMC > 10 °C				X(VIII)	OROARTICOIDE	TERMOAXÉRICO		
			TMC ≤ 10 °C				X(IX) ₁		TERMOXÉRICO		
a > 0				X(IX) ₂							

Tabla n°15- Clave para la determinación de Subregiones Fitoclimáticas Españolas (Caracterización básica de biotopos forestales, Gómez Sanz, 2005)

Así, se determina:

Subregión: VI(IV)₁

Subtipo fitoclimático: NEMOROMEDITERRÁNEO GENUINO

Con las siguientes asociaciones climáticas:

MEDITERRÁNEAS NO ILICINAS (coscojares)

MEDITERRÁNEAS ILICINAS (Encinares de *Quercus ilex rotundifolia* y alsinares de *Quercus ilex ilex*)

NEMORALES MARCESCENTES (Quejigares y melojares)

4.7. Conclusiones

El área de estudio está incluida dentro de la región mediterránea, teniendo veranos secos en los que las precipitaciones son muy escasas e inviernos fríos. Estas características suponen para la vegetación dos meses de parón vegetativo por aridez y tres meses de parón vegetativo por frío.

El periodo de sequía existente en esta zona no sólo afecta a las plantas, sino que también tiene efectos sobre el río, pudiéndose apreciar estos en un marcado descenso del caudal en ese periodo. Por esta razón, las obras que se desarrollen en el río, deberán dotarse de medidas para permitir la funcionalidad de las mismas soportando variaciones de caudal de manera periódica.

5. Edafología

En el entorno de este estudio se pueden encontrar los siguientes tipos de suelo (Ruiz de la Torre, 1996):

- 1) Cryorthent: Son entisoles que aparecen en la zona cryica, lo que sucede en zonas cuyas cotas superan 1600m, y en ella aparecen asociados a suelos de análogas características, pero en los que se observa un horizonte B estructurado (cámbico), como en las cumbres más elevadas del Teleno.
- 2) Xerorthent (Orthent "de clima seco"): Poseen un horizonte subsuperficial de diagnóstico -cámbico- en el que se hace patente su mayor grado de evolución, sin llegar a que la actividad de los procesos edáficos borre los rasgos heredados del material original.
- 3) Ustorthent (Orthent "de clima cálido"): Poseen un horizonte subsuperficial de diagnóstico -cámbico- en el que se hace patente su mayor grado de evolución, sin llegar a que la actividad de los procesos edáficos borre los rasgos heredados del material original.
- 4) Haploxeralf: Responde a una topografía relativamente estable, que ha hecho posible la iluviación de la arcilla y su posterior acumulación en un horizonte subsuperficial de diagnóstico - argílico- con fertilidad potencial alta.

6. Vegetación

6.1. Introducción

En los siguientes epígrafes se estudia la vegetación en dos niveles: Primero respecto a la vegetación potencial en la zona, y segundo respecto a la vegetación actual existente. Con ello no se pretende hacer un estudio exhaustivo y minucioso de la vegetación, sino aportar una descripción general de la situación de la misma en la zona.

6.2. Vegetación potencial

6.2.1. Serie de vegetación

Siguiendo la clasificación climática con base fitográfica de Rivas Martínez, la estación se encuentra situada en la región mediterránea, piso supramediterráneo, ombroclima subhúmedo. Este piso se encuentra representado por la serie supramediterránea carpetano-leonesa húmeda silicícola de *Quercus pyrenaica*. *Holco mollis-Querceto pyrenaicae sigmetum*. (Salvador Rivas Martínez, 1987, Memoria del mapa de series de vegetación de España).

Este grupo de series supramediterráneas silicícolas del roble melojo (*Quercus pyrenaica*) se hallan muy extendidas por todo el piso de vegetación supramediterráneo, en particular sobre los suelos silíceos pobres en bases y en áreas de ombroclima subhúmedo y húmedo. Tienen su óptimo, dentro de la región Mediterránea, en el cuadrante noroccidental peninsular precisamente en la provincia corológica Carpetano-Ibérico-Leonesa, donde tienen su centro genético y de dispersión en buen número de especies características de estos ecosistemas (*Genistella tridentata*, *Erica aragonensis*, etc.). Sin embargo, hay series de este grupo también en la Oretana, Mariánica, Sierra Nevada y las Catalánidas. La etapa madura o clímax de esta serie corresponde a robledales densos, bastante sombríos, creadores de tierras pardas con mull (*Quercenion pyrenaiceae*). Las etapas de sustitución son, en primer lugar, los matorrales retamoides o piornales (*Genistion Floridae*), que prosperan todavía sobre suelos mulliformes bien conservados y los brezales o jarales (*Ericenion aragonensis*, *Cistion laurifolii*), que corresponden a etapas degradadas, donde los suelos tienden a podsolizarse más o menos por la influencia de una materia orgánica bruta. En los ombroclimas húmedos aparecen los brezales y la podsolización, que está muy amortiguada en los subhúmedos bajo los jarales.

Los límites altitudinales de estas series son bastante variables, pues en el noroeste peninsular aparecen próximas al mar en tanto que en Sierra Nevada comienza por encima de los 1200 metros. La vocación del territorio es ganadera y forestal, aunque la alternativa cerealista puede ser una alternativa aceptable en suelos más profundos.

6.2.2. Etapas de regresión y bioindicadores

Nombre de la serie	Carpetano occidental y leonesa húmeda del melojo
Árbol dominante	<i>Quercus pyrenaica</i>
Nombre fitosociológico	<i>Holco-Querceto pyrenaica sigmetum</i>
I. Bosque	<i>Quercus pyrenaica</i> <i>Holcus mollis</i> <i>Physospermum cornubiense</i> <i>Omphalodes nitida</i>
II. Matorral denso	<i>Cytisus striatus</i> <i>Cytisus scoparius</i> <i>Genista polygaliphylla</i> <i>Pteridium aquilinum</i>
III. Matorral degradado	<i>Erica aragonensis</i> <i>Genistella tridentata</i> <i>Halimium alyssoides</i> <i>Erica cinerea</i>
IV. Pastizales	<i>Avenula sulcata</i> <i>Agrostis duriaei</i> <i>Sedum forsteranum</i>

Tabla n°16- Etapa de regresión y bioindicadores (Mapa de series de vegetación, Rivas Martínez, 1987)

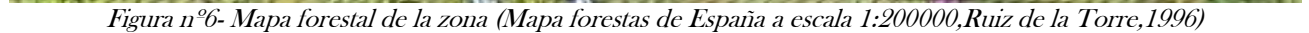
6.3. Vegetación actual

6.3.1. Vegetación no riparia

6.3.1.1. Introducción

Recorriendo el río en sentido ascendente desde la salida de sus aguas del término municipal de Torneros de la Valderia (Castrocontrigo), hasta el término municipal de Baillo (Truchas), se procedió a un reconocimiento de “visu” de la vegetación no riparia existente. Así, Las zonas más altas están cubiertas de pastizales y matorrales, y presentan algunos roquedos y canchales. En las laderas de las sierras aparecen extensos bosques, principalmente pinares de repoblación y robledales, en las zonas más bajas importantes manchas de castaños. En los valles pueden localizarse prados de siega y diente y pequeñas huertas, aunque estas casi son testimoniales (Ruiz de la Torre, 1996).

En la figura siguiente, figura nº6- Mapa forestal de la zona, y aunque no sea estrictamente de este apartado, se puede apreciar también las características de la vegetación de galería. En la cabecera del tramo en estudio la vegetación de galería estaría compuesta de *Populus nigra*, *Alnus glutinosa* y prados de diente principalmente, apareciendo pies de *Salix atrocinera* y *Sambucus nigra*. A medida que descendemos por el curso del río, irán apareciendo otras especies tales como: *Betula celtiberica*, *Ulmus minor*, *Frangula alnus*, *Salix purpurea*, *Populus tremula*, *Fraxinus angustifolius*, etc, en detrimento de *Populus nigra* y *Alnus glutinosa*. La presencia de prados, de diente o de siega, o bien pastizales o herbazales de vivaces es una constante en el tramo en estudio. También aparecen diversas inclusiones de cultivos agrícolas y de *Quercus pyrenaica* existente en las laderas. En la parte final del tramo en estudio aparece un mosaico intrazonal de 30% de *Quercus pyrenaica* y 10% de soto mixto arbóreo.



Siendo:

ESPECIES ARBÓREAS

AG *Alnus glutinosa*
BC *Betula celtibérica*

CS *Castanea sativa*
LG *Populus nigra*
PS *Pinus sylvestris*
PT *Pinus pinaster*
QP *Quercus pyrenaica*
QR *Quercus robur*
QT *Quercus petraea*

SÍMBOLOS GENERALES

Δ_f Desierto rocoso
 ∞ Mosaico irregular
W Mosaico interzonal
XX Población artificial de la especie XX poco integrada
 \overline{XX} Reforestación reciente en terrazas con la especie XX

CUBIERTAS MIXTAS ÁRBOREAS

GT Soto mixto arbóreo
PX Mezcla de varias especies de pinos, todos o la mayoría autóctonos
QQ *Quercus*, varias especies en mezcla
 \int Galería arbórea mixta

ESPECIES NO ARBÓREAS

JA *Juniperus communis alpina*
Cs *Cytisus scoparius*
Gt *Genistella tridentata*
 $*_s$ *Genista sanabrensis*

CUBIERTAS MIXTAS NO ARBÓREAS

C Xesteira o escobonal mezclado
 C^2 Xesteira o escobonal mixto
 β Brezal xerófilo mixto
 ∂ Prado de diente
 μ Matorral mixto
 π Pastizal estacional denso
 σ Prado de siega
 $\mu\pi$ Pastizal leñoso mixto

6.3.1.2. Bosques

Aparecen en la zona de estudio grandes extensiones boscosas formadas por distintas especies de manera monoespecífica a veces, y otras formando masas mixtas. Cabe destacar:

Pinares: de *Pinus pinaster* y *Pinus sylvestris*, de forma mixta o monoespecífica, se extienden por toda la zona de estudio aunque no de manera continua, si es una constante en la mayoría de laderas. Forman agrupaciones boscosas densas, de gran extensión. Gran parte de ellos tienen su origen en repoblaciones forestales llevadas a cabo en la década de los cincuenta. El interés económico de estos pinares fue la obtención de resinas en un pasado, actualmente esto ha cambiado debido a la crisis del sector de la resina.

El interés que en estos momentos tienen estas masas forestales es importante, pues al ser ya susceptibles de un primer aprovechamiento, están proporcionando a las entidades propietarias de los montes unas rentas razonables en unos tiempos en los que las rentas agrarias están muy comprometidas; pero además estos pinares desempeñan una función social muy importante al ser visitados con mucha frecuencia por el público como lugares de esparcimiento, aparte de que la fauna tanto la doméstica como la salvaje, encuentra en estos pinares un lugar fresco donde refugiarse en verano y un sitio que las protege de las rigurosidades del frío en invierno (Ruiz de la Torre, 1996).



Figura n°7- Pinares en término municipal de Pozos

Melojares (*Quercus pyrenaica*): Se sitúan estos en las laderas generalmente, a veces ocupándolas en agrupaciones boscosas mixtas conjuntamente con el castaño (*Castanea sativa*) o por sí solo. También aparece en golpes dentro de algunos pinares. Son formaciones densas, con un sotobosque en las laderas formado por especies del género *Ulex*, *Genista*, etc. Anteriormente tenían gran importancia para la población por sus leñas, la cual servía para la calefacciones de las casas, y por sus bellotas, para alimento del ganado domestico y silvestre. Actualmente estas dos funciones han perdido gran parte de su importancia debido a la llegada de la calefacción por gasoil, en el primer caso, y al abandono del campo en el segundo, aunque aún mantiene cierta relevancia. Además tienen importancia por su cualidad de vegetación potencial en la zona.



Figura n°8- Interior de un melojar en el término municipal de Truchillas

Castañares (*Castanea sativa*): El árbol se reproduce normalmente, asilvestrándose en las comarcas más favorables y resultando en muchos territorios, especie paraclimax del bosque de frondosas. Los castañares de este territorio, tienen las características siguientes:

Se encuentran siempre como comunidad vicariante de robledales de *Quercion pyrenaicae*.

Representa un papel trófico importante al servir de alimento a las poblaciones de animales salvajes.

Su importancia en la economía local es grande, debido al valor económico del fruto en operaciones de exportación y a la belleza de su madera en mueblería y decoración.

Es frecuente, del aprovechamiento del fruto, prender fuego al sotobosque con el fin de eliminar los “erizos”; generalmente las llamas pueden dañar seriamente el cambium del árbol.

No se pueden enumerar los castañares del territorio estudiado debido a su elevado número; así podíamos asegurar que no hay pueblo que no tenga sus castaños más o menos numerosos (Ruiz de la Torre, 1996)



Figura n°9- Castañar en el término municipal de Morla de la Valderia

6.3.1.3. Matorrales

Existe un claro tipo de matorral dominante en la zona, el brezal. Constituido por *Erica arborea* y *Erica aragonensis* en su mayoría, puebla la gran mayoría de laderas, con una gran densidad y profusión. Esto se debe principalmente a que se ha visto beneficiado de la acción del fuego, elemento importante en la formación del paisaje y costumbres locales, utilizado comúnmente en la labor ganadera y agrícola local. A parece también mezclado con golpes de *Genistella tridentata*, *Cytisus spp*, *Pteridium aquilinum*, entre otros. Ocupa un papel importante como zona de refugio de fauna. También ha sido apreciado por el aprovechamiento energético de sus cepas en las calefacciones de las casas.

6.3.1.4. Pastizales

Numerosos en las orillas de cualquier curso de agua y en las partes más altas de las sierras, forman un manto verde formado por, entre otras: *Avenulas spp*, *Cinodon dactylon*, *Trifolium repens*,

Agrostis spp., *Dactylis glomerata*, etc. Su principal importancia reside en la producción de pastos para el ganado, especialmente los de las zonas altas por su valor de estiaderos, muchos de ellos todavía utilizados hoy para tal fin.

6.3.2. Vegetación riparia

6.3.2.1. Introducción

Se recorrió el río desde el término municipal de Torneros de la Valderia (Castrocontrigo) hasta el término municipal de Baillo (Truchas), haciendo un reconocimiento de “visu” de la vegetación riparia existente, comparándola con un estudio publicado por el centro de estudios y experimentación de obras públicas (Lara *et al.*, 2004). Así se determina la existencia de dos comunidades vegetales en el tramo del río estudiado.

6.3.2.2. Saucedas salvifolias

Estas saucedas son formaciones arbustivas o arborescentes dominadas por el endemismo peninsular *Salix salvifolia*. En ellas suele hallarse el sauce negro (*S. atrocinerea*) y resulta especialmente constante su híbrido con el salvifolio (*S. x secalliana*); otros sauces arbustivos o arbóreos se incorporan de vez en cuando en la comunidad, pero siempre en escasa proporción, de forma que su contribución fisionómica es insignificante.

Fisonomía y estructura

Las saucedas salvifolias son, en su óptimo, comunidades con un estrato dominante de 3 a 5 m de altura, con lo que alcanzan tallas arborescentes. Típicamente son formaciones densas, de líneas redondeadas, que se estructuran en cordones continuos junto a las orillas. También pueden encontrarse como manchas intercaladas entre otros tipos de comunidades, bien en las orillas o a cierta distancia del cauce. Sobre el estrato principal despuntan habitualmente algunos arbolillo o árboles, siendo normal que se trate de fresnos comunes (*Fraxinus angustifolia*) o de chopos (*Populus nigra*).

El aspecto de estas saucedas cambia drásticamente según el momento fenológico. En invierno, como en otras comunidades caducifolias, es patente su armazón leñoso y se muestran como entramados ramosos de coloración pardo-rojiza, con alguna jara estepa (*Cistus laurifolius*), brezo blanco (*Erica arborea*) o encina (*Quercus ilex ssp. ballota*) que, aquí y allá, introducen notas de color discordantes por su follaje siempreverde. En primavera los sauces se visten profusamente de amentos amarillos y de hojas incipientes, con lo que en la saucedas alternan los tonos amarillentos, verdosos y grisáceos. Luego, a medida que avanza la estación, el follaje de los sauces se desarrolla completamente y predomina entonces su color característico verde-grisáceo oscuro, interrumpido a veces por el verde mate de los perennifolios y el verde claro de los fresnos y chopos, así como de los arraclanes (*Frangula agnus*), escaramujos (*Rosa corymbifera*, *R. canina*), majuelos (*Crataegus monogyna*) y zarzas (*Rubus ulmifolius*).

Junto con el estrato dominante y los árboles que lo sobrepasan, las saucedas salvifolias cuentan con trepadoras, que normalmente son de tallos herbáceos (*Solanum dulcamara*, *Bryonia dioica*), aunque en ocasiones interviene alguna leñosa (*Lonicera periclymenum ssp. Hispanica*, *Rubus ulmifolius*). En el nivel inferior, además de zarzas existe un estrato de herbáceas integrado por múltiples plantas: unas son simplemente nemorales - como *Prunella vulgaris*, *Teucrium scorodonia*, *Poa nemoralis* o *Brachypodium sylvaticum* - otras helofíticas o hidrófilas - como *Scirpus holoschoenus*, *Ranunculus repens*, *Mentha sp. pl.*, *Lysimachia vulgaris*, *Lycopus europaeus*, *Galium*

broterianum, etc. – y, por fin, algunas son hierbas ribereñas de carácter nitrófilo – como *Saponaria officinalis*, *Epilobium hirsutum*, *Urtica dioica* y *Cucubalus baccifer* -. Además, en los arroyos de montaña que atraviesan sustratos rocosos, es muy característico que la sauceda esté orlada hacia el cauce por manchas o bandas continuas de grandes cárices (*Carex elata ssp. reuteriana*), que configuran una variante fisionómica muy atractiva.

En terrenos llanos o en los valles montanos más humanizados, las saucedas salvifolias adquieren normalmente menos complejidad y más irregularidad. Suelen ser entonces comunidades arbustivas de talla mediana (no superior a 3 m), con abundantes árboles plantados o naturalizados – sobretudo chopos, olmos y sauces arbóreos – y con su sotobosque dominado por zarzas y herbáceas nitrófilas. Esta apariencia es, es por desgracia, demasiado frecuente e implica comunidades muy alteradas y empobrecidas.

Variabilidad

Aunque las saucedas salvifolias se instalan tanto en las zonas serranas como en los piedemontes y llanuras adyacentes, su composición básica es bastante homogénea; bien es cierto que muchas plantas mesófilas van desapareciendo a lo largo del gradiente mediterráneo creciente que supone el descenso al llano y en los extremos más calurosos y secos nos encontramos con versiones muy empobrecidas de la comunidad típica. Antes de exponer las principales variaciones, veamos con mayor detalle la composición habitual:

El estrato arbóreo está constituido por fresnos comunes (*Fraxinus angustifolia*) que en mayor o menor número destacan casi invariablemente en la formación de sauces. Son frecuentes también los chopos (*Populus nigra*), la encina (*Quercus ilex ssp. ballota*), el aliso (*Agnus glutinosa*), el melojo (*Quercus pyrenaica*) y, en las situaciones más alteradas, sauces arbóreos (*Salix fragilis* y *S. x rubens*).

El estrato dominante, sea arborescente o arbustivo, se encuentra presidido por el sauce salvifolio (*Salix salviifolia*), al que acompañan arraqlanes (*Frangula alnus*), sauces negros (*Salix atrocinerea*), sauces híbridos (*S. x secalliana*) y majuelos (*Crataegus monogyna*); todos estos son fieles integrantes del cortejo y en ocasiones resultan abundantes. Otras leñosas de menor talla conforman el estrato arbustivo: la más importante, por frecuencia y cobertura, es la zarza común (*Rubus ulmifolius*); algo menos habituales y casi siempre escasas, son la sarga negra (*Salix triandra*), algunos rosales silvestres (*Rosa corymbifera*, *R. micrantha*), el brezo blanco (*Erica arborea*), la jara estepa (*Cistus laurifolius*) y, ya con carácter esporádico, aparece el brezo de escoba (*E. scoparia*), la brecina (*Calluna vulgaris*), el avellano (*Corylus avellana*) y el endrino (*Prunus spinosa*).

El nivel lianoide lleva normalmente dulcámaras (*Solanum dulcamara*) y brionías (*Bryonia dioica*) y, a menudo, madreselvas (*Lonicera periclymenum ssp. Hispanica*). Otros bejucos, como el lúpulo (*Humulus lupulus*), la nueza negra (*Tamus communis*) o la hiedra (*Hedera helix*), son sólo ocasionales.

Por último, el estrato herbáceo llega a ser nutrido y, aunque muy variable, hay un considerable elenco de especies habituales; por orden de frecuencia son: *Lysimachia vulgaris*, *Carex elata ssp. Reuteriana*, *Urtica dioica*, *Prunilla vulgaris*, *Galium broterianum*, *Mentha suaveolens*, *Teucrium scorodonia*, *Brachypodium sylvaticum*, *Epilobium hirsutum*, *Lythrum salicaria*, *Mentha longifolia*, *Saponaria officinalis* e *Hypericum perforatum*. Hay que mencionar también otras herbáceas que, aunque no resultan tan asiduas, se encuentran repetidamente en las saucedas salvifolias; por el mismo orden, son: *Dactylis glomerata ssp. hispanica*, *Oenanthe crocata*, *Equisetum arvense*, *Scirpoides holoschoenus*, *Lycopus europaeus*, *Cucubalus baccifer*, *Eleocharis palustres*, *Geranium robertianum*,

Poa nemoralis, *Scrophularia lyrata*, *Galium aparine*, *Cyperus longus*, *Lotus pedunculatus*, *Viola riviniana*, *Agrimonia eupatoria*, *Alliaria petiolata*, *Cytisus scoparius*, *Geum urbanum*, *Filipéndula ulmaria*, *Hypericum undulatum* y *Rumex acetosa*.

Sobre este modelo general, las variaciones florísticas más notorias se deben a la naturaleza física del sustrato, a la mayor o menor intensidad de la sequía estival y a leves cambios en la trofia de las orillas.

Cuando las saucedas salvifolias se instalan sobre sustratos arenosos o guijarrosos, ciertas especies riparias – algunas de ellas de óptima rupícola- dejan de estar presentes en la comunidad. Tal es el caso de las grandes cárices (*Carex elata* ssp. *reuteriana*), pero también de los brezos (*Erica arborea*) o del arraclán (*Frangula alnus*). Sin embargo, este cambio florístico tiene mucho que ver con las condiciones termohídricas locales; no hay que perder de vista que los lechos sedimentarios se encuentran sobretodo en los valles de piedemonte y de las llanuras, donde normalmente la sequía estival es mucho más intensa. Las saucedas que crecen en estas situaciones carecen no solo de especies saxícolas, sino también del conjunto de las plantas que son especialmente exigentes en humedad ambiental (higrófilas) – que van perdiéndose a medida que los ríos penetran en áreas más xéricas- y, por el contrario, incorporan tan sólo algunas herbáceas nitrófilas, por lo que resultan comunidades mucho menos diversas y de composición banalizada. En el extremo opuesto, en el límite altitudinal superior de las saucedas salvifolias – ya en la zona de ecotonía con las saucedas negras-, además de ser abundante el sauce negro (*Salix atrocinerea*), la comunidad se enriquece con diferentes especies mesófilas, tales como la fresa (*Fragaria vesca*), la campanilla de hoja de hiedra (*Wahlenbergia hederacea*), ciertas zarzas (*Rubis lainzii*) o incluso abedules (*Betula albo*, *B. pendula*), que tampoco son taxones representativos de la comunidad por su aparición limitada.

Por otro lado, el incremento moderado de carbonatos en las aguas puede alterar también la composición de las saucedas salvifolias. Estas contaminaciones pueden ser de origen natural, al atravesar un río o sus afluentes afloramientos de rocas rica en cal o al penetrar en llanuras de sedimentación, pero en nuestros días es frecuente que se deban simplemente a vertidos urbanos, que aumentan considerablemente la trofia de las aguas. En ambos casos, la consecuencia inmediata es la incorporación de algunas plantas de apetencias eutróficas a la saucedada. Se encuentran, entonces, pies aislados de mimbre rojo (*Salix purpurea*) o de híbridos con el sauce salvifolio (*S. x matritensis*), sauces arbóreos (*Salix fragilis*, *S. x rubens*), lúpulo (*Humulus lupulus*), clemátides (*Clematis vitalba*) y otras plantas de tendencias calcícolas, así como diversas herbáceas nitrófilas. Ahora bien, si la concentración de carbonatos disponibles se eleva notablemente, se altera no solo la composición sino también la fisonomía de la saucedada y se pasa a formaciones mesótrofas codominadas por *Salix salviifolia* y sauces calcícolas (cf. Saucedas mixtas).

6.3.2.3. Alisedas mesotrófas continentales típicas

Alisedas desarrolladas bajo clima continental y sustratos con cierto contenido de bases junto a ríos de gran caudal de las cuencas del Duero, Tajo y Ebro que no sufren marcados estiajes. Las sustituciones altitudinales se producen preferentemente por los otros tipos de alisedas continentales, dependiendo de las particularidades de cada cuenca. Así, al ascender en la del Tajo, son reemplazadas por alisedas hercínicas, mientras que en la del Ebro son por submediterráneas mesótrofas. La Submeseta Norte (cuenca del Duero) es más compleja y pueden aparecer ambos tipos de alisedas: hercínicas en Sistema Central y Montes de León y submediterráneas mesótrofas en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica; excepcionalmente, en el Sistema Ibérico aparecen saucedas negras continentales. Al descender hacia el interior de las cuencas del Tajo y Ebro, los contactos se producen con fresnedas y alamedas, comunidades más resistentes a la combinación de suelos ricos en bases y el

intenso hídrico causado por la elevada evapotranspiración debida a las altas temperaturas estivales; en la Submeseta Norte, las alisedas son sustituidas por estas comunidades sólo de manera local, en ríos que padecen estiajes o sobre sustratos muy ricos en bases.

Tras su degradación son reemplazadas por saucedas blancas arbóreas, especialmente en las cuencas del Ebro y Tajo. Una alteración muy intensa da paso a saucedas mixtas - particularmente en el Duero y Tajo - o mimbreras calcófilas.

Están especialmente desarrolladas en la Submeseta Norte, donde constituyen la vegetación ribereña madura de los grandes ríos, como el mismo Duero, el Arlanzón o el Carrión, mientras que en las cuencas del Tajo y del Ebro se limitan a los piedemontes del Sistema Central, Prepirineo y Sistema Ibérico, sin llegar al centro de las depresiones; en estos casos constituyen la transición hacia comunidades más termófilas y tolerantes a suelos carbonatados.

Composición florística

Aunque incorporan plantas interesantes, son las más pobres de las alisedas consideradas. En el estrato arbóreo aparecen intercalados abundantes sauces blancos (*Salix alba s.l.*) y chopos (*Populus nigra s.l.*); en menor proporción, también pueden encontrarse sauces frágiles (*Salix fragilis*), álamos (*Populus alba*) o quejigos (*Quercus faginea ssp. faginea*), los dos últimos particularmente en las formaciones del Tajo y del Ebro; en esta última también crecen con cierta frecuencia moscones (*Acer campestre*). Ningún arbusto domina claramente en su estrato, aunque tienen importancia un grupo de especies de óptimo calcícola, como mimbres rojos (*Salix purpurea*), cornejos (*Cornus sanguinea*) o aligustres (*Ligustrum vulgare*). También es normal hallar sauces salvifolios (*Salix salviifolia*) en las cuencas del Duero y del Tajo. Los abundantes bejucos y trepadoras están representados por zarzas (*Rubus caesius* y *R. ulmifolius*), lúpulos (*Humulus lupulus*), vides silvestres (*Vitis vinifera ssp. sylvestris*), clemátides (*Clematis vitalba*), dulcámaras (*Solanum dulcamara*), nuezas (*Bryonia dioica*) y madreselvas (*Lonicera periclymenum ssp. hispanica*). La hiedra (*Hedera helix*) ha perdido completamente la importancia que tenía en otras alisedas, apareciendo solamente de modo ocasional. El nivel herbáceo es pobre; los pteridófitos han desaparecido casi completamente y solamente se encuentran equisetos (*Equisetum ramosissimum*). Entre las plantas con flor, junto al fenal de bosque (*Brachypodium sylvaticum*), que continúa siendo la dominante, constan un reducido número de especies: cabezuela (*Dactylis glomerata ssp. hispanica*), ortigas (*Urtica dioica*), escorodonias (*Teucrium scorodonia*), juncos churreros (*Scirpoides holoschoenus*), carrizos (*Phragmites australis*), perlinas (*Lithospermum officinale*), hierbas jaboneras (*Saponaria officinalis*), *Epilobium hirsutum*, hierbas de la sangre (*Lysimachia vulgaris*), mentas (*Mentha suaveolens*, *M. Longifolia*), eupatorios (*Eupatorium cannabinum*) y *Galium bretonianum*.

Variabilidad

Ecológicamente, las alisedas continentales presentes en las tres cuencas tienen el mismo significado, siendo la diferencia significativa la mayor extensión de las del Duero, debido a la mayor altitud a la que se desarrollan y la menor continentalidad del territorio. Las tres poseen la misma composición florística básica, por lo que se consideran un grupo lo suficientemente homogéneo. Aunque alguna de las especies se encuentra solamente en una de las tres cuencas, se trata de especies erráticas, que no juegan ningún papel en la fisonomía o caracterización florística de las alisedas continentales. Entre las diferencias más notables estaría la presencia frecuente del sauce salvifolio (*Salix salviifolia*) en las del Duero y Tajo, mientras que en las del Ebro sería la ocasional aparición de lechetrezna de bosque (*Euphorbia amygdaloides*) - hierba constante en las alisedas oceánicas -, boj

(*Buxus sempervirens*), o de los más termófilos emborrachabras (*Coriaria myrtifolia*) y matacán (*Cynanchum acutum*).

6.4. Conclusión

Como consecuencia de la historia biogeográfica y el relieve, que ha contribuido a un cierto aislamiento del lugar, la cuenca de estudio alberga una biodiversidad elevada, que se entiende por la diversidad de ambientes que alberga.

Aquí, como en todos los sistemas montañosos, el número de comunidades vegetales es sustancialmente más alto que en las llanuras limítrofes, siendo una circunstancia importante del territorio la divisoria hidrográfica entre dos grandes cuencas; la cuenca hidrográfica del Miño y la cuenca hidrográfica del Duero, que condiciona las vías migratorias de la vegetación existente.

Además cabe destacar la singularidad botánica constituida por el monumento natural del lago de Truchillas, cuyo origen glaciario ha dado lugar a comunidades vegetales distintas de las del resto de la cuenca.

El amplio conjunto de factores que intervienen en la distribución y composición de las diferentes comunidades riparias exige la consideración de estas relaciones como tendencias que pueden ser impulsadas o frenadas por la interacción de diversos aspectos de índole natural y artificial (www.mma.es/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/dominio_hidraulico/vegetacion_ribera/comunidades_riparias/index.htm, consulta 20/04/2009), pudiendo por tanto verse afectadas fuertemente por cualquier alteración en el ecosistema fluvial.

Por último destacar que este espacio es un entorno de gran valor desde el punto de vista botánico, cuyas comunidades vegetales proporcionan refugio y alimento a numerosas especies de aves y mamíferos, lo cual le ha supuesto su entrada en Red Natura 2000, siendo éste un espacio amenazado por el incremento de las explotaciones mineras a cielo abierto, la instalación de parques eólicos, la apertura de nuevas pista y los incendios forestales, amenazas todas ellas que pueden contribuir a la alteración de la vegetación del lugar.

7. Fauna

7.1. Introducción

Puesto que gran parte del área de estudio se encuentra clasificada en dos áreas de Red Natura 2000, sierra de la Cabrera y montes Aquilanos, se estudia en los siguientes epígrafes la importancia faunística de la zona de estudio según estas dos áreas. El objetivo principal de este epígrafe es mostrar la importancia faunística del lugar que la ha llevado a estar protegido por la Red Natura 2000 (Formularios Oficiales Red Natura 2000. Elaboración: DGCN.)

7.2. Montes Aquilanos

7.2.1. Área de estudio incluida en Los Montes Aquilanos

Los ayuntamientos de la cuenca de estudio incluidos en la Z.E.P.A. de montes Aquilanos son dos: Truchas y Castrocontrigo. El ayuntamiento de Truchas tiene un 19% de su territorio designado en esta Z.E.P.A. (5869 has) que constituye un 17,6% del área total de la Z.E.P.A. de Montes Aquilanos.

El ayuntamiento de Castrocontrigo tiene un 38% de su territorio designado Z.E.P.A., lo que supone un total de 7391 has. Esto representa el 22,2% del área total de la Z.E.P.A. de Montes Aquilanos.

7.2.2. Gráficos de hábitats



Figura nº10- Gráfico de hábitats Montes Aquilanos (Fuente: Formularios Oficiales Red Natura 2000. Elaboración: DGCN.)

7.2.3. Importancia ornitológica

Los mayores valores de este espacio protegido derivan de las importantes poblaciones de especies asociadas a los pastizales y roquedos de montaña (aguilucho pálido, *Circus cyaneus*, y halcón peregrino, *Falco peregrinus*, sobretodo, pero también águila real, *Aquila chrysaetos*, perdiz pardilla ibérica, *Perdix perdix*, vencejo real, *Apus melva*, roquero rojo, *Monticola saxatilis*, y pechiazul, *Luscinia svecica*), así como a las masas forestales existentes (águila culebrera, *Circaetus gallicus*, águila calzada, *Hieraetus pennatus*, y halcón abejero, *Pernis apivorus*).

Especies significativas

- ✓ Aguilucho pálido (*Circus cyaneus*)

Área de nidificación habitual con una población reproductora estimada en 8-10 parejas en el 2002. Esta población tiene importancia internacional. La especie también está presente en invierno y durante los pasos migratorios.

- ✓ Aguilucho cenizo (*Circus pygargus*)

Área de nidificación habitual con una población estimada en 8-10 parejas en el 2002, por lo que tiene importancia internacional.

- ✓ Águila real (*Aquila chrysaetos*)

Área tradicional de reproducción de la especie (tres parejas nidificantes en el año 2000),no siendo rara tampoco la presencia de ejemplares inmaduros y adultos procedentes de territorios cercanos, que visitan la zona para alimentarse.

✓ Halcón peregrino (*Falco peregrinus*)

El espacio protegido es una importante área de cría para esta especie con una población estimada en 18 parejas en el 2002. La zona constituye un enclave tradicionalmente de gran interés a nivel regional y tiene importancia internacional.

✓ Perdiz pardilla ibérica (*Perdix perdix*)

Área de nidificación con una población estimada en 67 parejas. En los últimos diez años la especie ha sufrido una fuerte regresión en la zona, tal y como ha sucedido en el resto de su área de distribución en la Comunidad, por lo que seguramente sus efectivos reproductores hayan padecido un descenso acusado.

Otras especies significativas

Presencia ocasional de ejemplares divagantes de Alimoche (*Neophron percnopterus*), Buitre Leonado (*Gyps fulvus*) y también de Buitre Negro (*Aegypius monachus*) que visitan el área para alimentarse. El Águila Perdicera (*Hieraaetus fasciatus*) nidificó en la zona en el pasado, desapareciendo como reproductora en los últimos años, aunque con registros ocasionales de algún ejemplar. El Cernícalo Primilla (*Falco naumanni*) es un visitante numeroso aunque irregular, detectado principalmente después del período reproductor, cuando acude para alimentarse en los pastizales montanos. Algunos años se han producido importantes concentraciones premigratorias en la zona (por ejemplo más de 100 ejemplares en 1991).

Otras especies en el anexo I

Destacan las poblaciones nidificantes de Águila Culebrera (*Circaetus gallicus*) y de Águila Calzada (*Hieraaetus pennatus*), cuyos efectivos reproductores en el espacio protegido, no cuantificados hasta el momento, podrían tener importancia a nivel internacional. También la población reproductora de Chova Piquirroja (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*) podría ser importante en el ámbito nacional e internacional. Otras especies nidificantes son Milano Negro (*Milvus migrans*), Halcón Abejero (*Pernis apivorus*), Milano Real (*Milvus milvus*), Búho Real (*Bubo bubo*), al menos cinco parejas, Pechiazul (*Luscinia svecica*) y Alcaudón Dorsirrojo (*Lanius collurio*).

Otras especies

La población reproductora de Roquero Rojo (*Monticola saxatilis*) en el espacio protegido, no cuantificada hasta el momento (seguramente superior a las 35 parejas) debe tener importancia a nivel nacional e internacional. Otras especies de interés que mantienen poblaciones nidificantes en la zona son: Azor (*Accipiter gentilis*), Gavilán (*Accipiter nisus*), Alcotán (*Falco subbuteo*), Vencejo Real (*Apus melva*), Golondrina Dáurica (*Hirundo daurica*), Mirlo Acuático (*Cinclus cinclus*), Acentor Alpino (*Prunella collaris*), Colirrojo Real (*Phoenicurus phoenicurus*) y Roquero Solitario (*Monticola solitarius*). Posible presencia reproductora de Críalo (*Clamator glandarius*), Pico Menor (*Dendrocopos minor*), Carbonero Palustre (*Parus palustris*) y Verderón Serrano (*Serinus citrinella*). Invernada habitual de Treparriscos (*Tichodroma muraria*).

7.2.4. Mamíferos significativos

Se encuentran aquí especies como: el murciélago pequeño de herradura (*Rhinolophus hipposideros*), el murciélago grande de herradura (*Rhinolophus ferrum-equinum*), el murciélago de cueva (*Myotis schreibersi*), el murciélago ratonero grande (*Myotis myotis*) y la nutria (*Lutra lutra*).

7.2.5. Anfibios significativos

Se pueden ver en esta zona especies como: la salamandra rabilarga (*Chioglossa lusitánica*), el galápago leproso (*Mauremys leprosa*), la lagartija serrana (*Lacerta monticola*) y el lagarto verdinegro (*Lacerta schreiberi*).

7.2.6. Peces significativos

Los ecosistemas fluviales cuenta con buenas poblaciones de boga (*Chondrostoma polylepis*).

7.2.7. Invertebrados significativos

Se encuentra aquí la babosa terrestre (*Geomalacus maculosus*).

7.3. Sierra de La Cabrera

7.3.1. Área de estudio incluida en la Sierra de La Cabrera

El ayuntamiento de la cuenca de estudio incluido en la Z.E.P.A. de la Sierra de la Cabrera es el ayuntamiento de Truchas, con un 8% del territorio designado en esta Z.E.P.A.(2485 has), que constituye el 12,4% del territorio total de la Z.E.P.A. de Sierra de la Cabrera.

7.3.2. Gráfico de hábitats

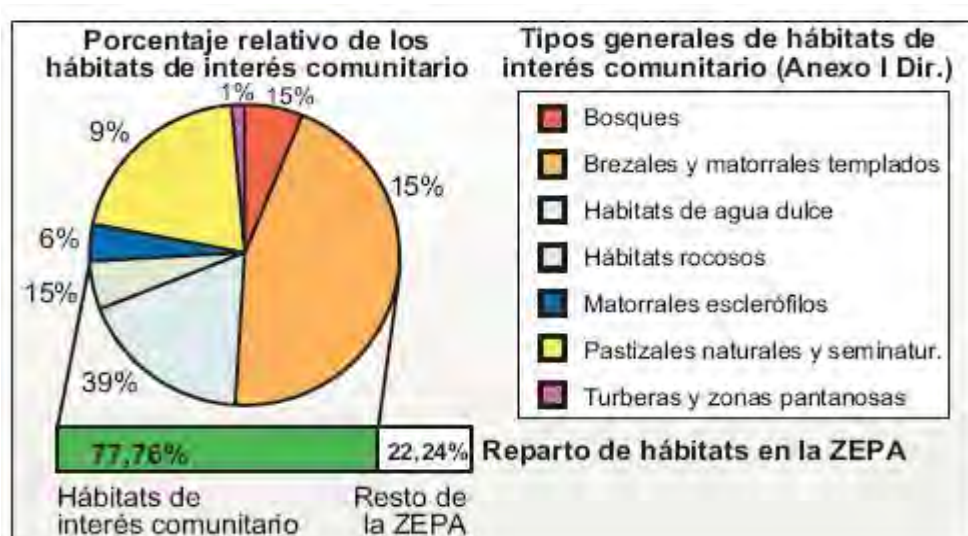


Figura nº11- Gráfico de hábitats Sierra de La Cabrera. (Fuente: Formularios Oficiales Red Natura 2000. Elaboración: DGCN)

7.3.3. Importancia ornitológica

El espacio tiene interés principalmente por la población reproductora de Perdiz Pardilla Ibérica (*Perdix perdix*). Destacan también las comunidades de aves asociadas a los pastizales, matorrales y roquedos de alta montaña (*Acentor Alpino*, *Prunella collaris*, *Pechiazul*, *Luscinia svecica*, *Roquero Rojo*, *Monticola saxatilis*, ...). Existe muy poca información concreta y actualizada sobre la avifauna de este enclave.

Especies significativas

- ✓ Aguilucho pálido (*Circus cyaneus*)

Área de reproducción con una reducida población estimada en tres parejas en el 2002.

- ✓ Aguilucho cenizo (*Circus pygargus*)

Área de reproducción con una población nidificante estimada en cuatro parejas en el 2002, tratándose de una especie más bien escasa.

- ✓ Águila real (*Aquila chrysaetos*)

Área de reproducción habitual con dos parejas nidificantes en el 2000. Registros de ejemplares no reproductores que utilizan la zona como cazadero.

- ✓ Perdiz pardilla ibérica (*Perdix perdix*)

Área tradicional de reproducción con una estimación de 50-100 parejas en el año 2000. La especie parece haber disminuido bastante en los últimos años, aunque no hay datos poblacionales de la evolución de la especie.

Otras especies significativas

No se descarta la posible nidificación de Alimoche (*Neophron percnopterus*) y de Halcón Peregrino (*Falco peregrinus*). El Buitre Leonado (*Gyps fulvus*) puede ser observado durante todo el año con presencia regular de ejemplares divagantes, inmaduros y adultos que visitan el territorio para alimentarse. Observaciones ocasionales de Buitre Negro (*Aegypius monachus*) a lo largo de todo el año, tratándose generalmente de ejemplares inmaduros en proceso de dispersión en busca de alimento. No se descarta la presencia ocasional de Águila Perdicera (*Hieraaetus fasciatus*). Se han detectado grupos de Cernícalo Primilla (*Falco naumanni*) en pastizales montanos de la sierra fuera del período reproductor, cuando forman concentraciones premigratorias de interés en lugares adecuados con abundancia de alimento.

Otras especies en el anexo I

Nidificación de varias especies de rapaces como Halcón Abejero (*Pernis apivorus*), Milano Real (*Milvus milvus*), Águila Culebrera (*Circaetus gallicus*) y Búho Real (*Bubo bubo*). También crían Chotacabras Gris (*Caprimulgus europaeus*), Martín Pescador (*Alcedo atthis*), Pechiazul (*Luscinia svecica*), Alcaudón Dorsirrojo (*Lanius collurio*), Curruca Rabilarga (*Sylvia undata*), Escribano Hortelano (*Emberiza hortulana*) y Chova Piquirroja (*Pyrhacorax pyrrhacorax*).

Otras especies

Destaca la población reproductora de Roquero Rojo (*Monticola saxatilis*), quizás con importancia internacional. Presencia de otras especies nidificantes de interés como Azor (*Accipiter gentilis*), Gavilán (*Accipiter nisus*), Alcotán (*Falco subbuteo*), Mirlo Acuático (*Cinclus cinclus*), Colirrojo Real (*Phoenicurus phoenicurus*) y Verderón Serrano (*Serinus citrinella*). Posible presencia reproductora de Pico Menor (*Dendrocopos minor*).

7.3.4. Mamíferos significativos

Se encuentran aquí especies como: el desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*), la nutria (*Lutra lutra*).

7.3.5. Anfibios y reptiles significativos

Se encuentran aquí especies como: la salamandra rabilarga (*Chioglossa lusitánica*), la lagartija serrana (*Lacerta monticola*) y el lagarto verdinegro (*Lacerta schreiberi*).

7.3.6. Peces significativos

En los ríos aparece la boga (*Chondrostoma toxostoma*).

7.3.7. Invertebrados significativos

La babosa terrestre (*Geomalacus maculosus*).

7.4. Conclusión

La gran cantidad de hábitats distintos en la zona de estudio (25 tipos de hábitats distintos del anexo I Dir. 92/43/CEE) proporciona gran biodiversidad de fauna, puesto que una gran variedad de especies animales distintas encuentran aquí hábitats adecuados para la conservación y aumento de sus poblaciones.

Por otro lado, la reducción poblacional que sufre la región, favorece la instalación de más individuos de distintas especies, al no encontrar aquí perturbaciones de la tranquilidad, por ejemplo en la nidificación, que podrían perjudicar la reproducción. Además, muchas de estas especies se encuentran clasificadas como amenazadas, aumentando la importancia de la zona estudiada en la conservación de las mismas.

Es importante mencionar también la importancia poblacional de algunas especies que se encuentran aquí como por ejemplo la importante población reproductora de aguilucho pálido (*Circus cyaneus*) que aproximadamente representa el 2% de la población total de España.

8. Espacios naturales protegidos

La zona de estudio cuenta con dos espacios naturales protegidos, que aunque no incluyen al río Eria, engloban parte de su cuenca vertiente. Estos dos espacios naturales protegidos como Z.E.P.A son: Sierra de la Cabrera y Montes Aquilanos.

8.1. Sierra de la Cabrera

✓ Descripción

Este espacio protegido incluye la vertiente sur de la Sierra de La Cabrera (unas 20.000 has.) al noroeste de la provincia de Zamora, limitando con León, provincia de la que también incluye una pequeña superficie. Se trata de un territorio montañoso con cumbres por encima de los 2.000 metros

de altitud (Barcenilla, Peña Negra, Vizcodillo), donde predominan los pastizales y matorrales de montaña con algunas zonas de cortados calizos y canchales en los puntos más elevados. Amplias superficies de pinares de repoblación y de matorral con algunos robledales, aunque, en general, las masas forestales se encuentran bastante degradadas. El nacimiento de varios ríos (Trefacio, Negro ...) y la existencia de numerosos arroyos crean, en ocasiones, barrancos profundos con mayor cobertura vegetal en sus márgenes. En los fondos del valle y proximidades de los núcleos de población se ubican los cultivos agrícolas y las huertas. Se incluyen pequeñas lagunas y turberas de origen glaciar (La Baña, Truchillas). Este espacio protegido limita al oeste con la ZEPA "Lago de Sanabria y alrededores".

✓ Plano del área protegida



Figura n°12- Plano de la Z.E.P.A. Sierra de La Cabrera. (Fuente: Junta de Castilla y León <http://www.jcyl.es/> Consulta 20/02/09)

✓ Importancia ornitológica

El espacio tiene interés principalmente por la población reproductora de Perdiz Pardilla Ibérica. Destacan también las comunidades de aves asociadas a los pastizales, matorrales y roquedos de alta montaña (Bisbita Alpino, Acentor Alpino, Pechiazul, Roquero Rojo ...). Además cuenta con nidificación de varias especies de rapaces como Halcón Abejero, Milano Real, Águila Culebrera, Aguilucho Cenizo, Aguilucho Pálido, Águila Real y Búho Real. También crían Chotacabras Gris, Martín Pescador, Pechiazul, Alcaudón Dorsirrojo, Curruca Rabilarga, Escribano Hortelano y Chova Piquirroja.

8.2. Montes Aquilanos

✓ Descripción

Este espacio protegido incluye las áreas más elevadas de esta extensa alineación montañosa situada en el suroeste de la provincia de León, en sentido noroeste-sureste, que incluye parte de los Montes de León (Montes Aquilanos, Sierra del Teleno y Sierras del Pinar de Tabuyo). El territorio (unas 33.000 has.) presenta considerables elevaciones con algunos picos por encima de los 2.000 metros (El Teleno, 2.183 m). Las zonas más altas están cubiertas de pastizales y matorrales, y presentan algunos roquedos y canchales. En las laderas de las sierras aparecen extensos bosques, principalmente pinares de repoblación y robledales (destacando el extenso Pinar de Tabuyo) y en las zonas más bajas importantes manchas de castaños. En los valles (que en algunos casos se sitúan por debajo de los 1.000 metros de altitud) pueden localizarse prados de siega, huertas y algunos cultivos.

Se incluye el conjunto de Las Médulas, un lugar de gran interés paisajístico declarado como Patrimonio de la Humanidad.

✓ Plano del área protegida

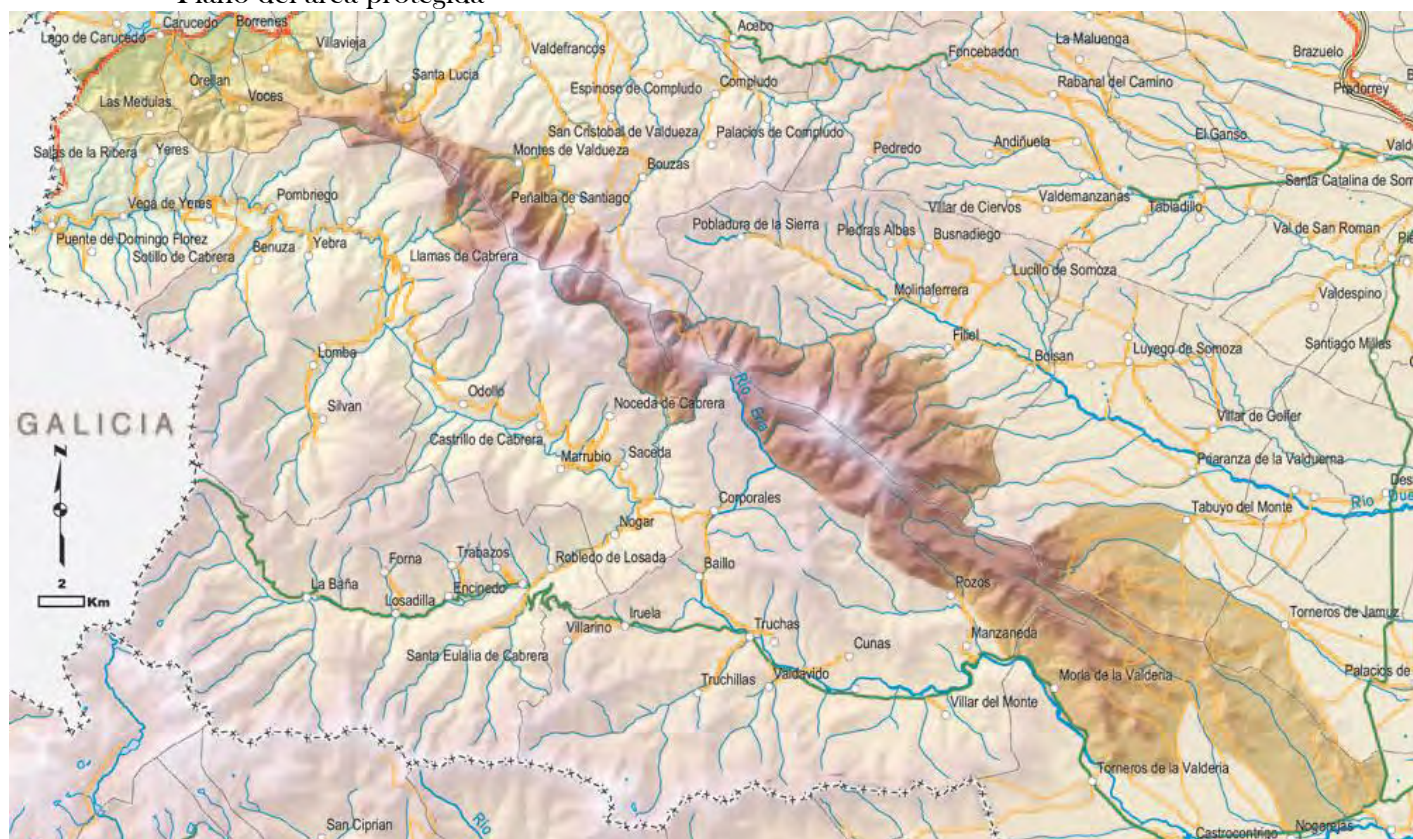


Figura nº13- Plano de la Z.E.P.A. Montes Aquilanos. (Fuente: Junta de Castilla y León <http://www.jcyl.es/> Consulta 20/02/09)

✓ Importancia ornitológica

Los mayores valores de este espacio protegido derivan de las importantes poblaciones de especies asociadas a los pastizales y roquedos de montaña (Aguilucho Pálido y Halcón Peregrino sobre todo, pero también Águila Real, Perdiz Pardilla Ibérica, Vencejo Real, Roquero Rojo y Pechiazul), así como a las masas forestales existentes (Águila Culebrera, Águila Calzada y Halcón Abejero). Destacan las poblaciones nidificantes de Águila Culebrera y de Águila Calzada, cuyos efectivos reproductores en el espacio protegido, no cuantificados hasta el momento, podrían tener importancia a nivel internacional. También la población reproductora de Chova Piquirroja podría ser importante en el ámbito nacional e internacional. Otras especies nidificantes son Milano Negro, Halcón Abejero, Milano Real, Búho Real (al menos cinco parejas), Pechiazul y Alcaudón Dorsirrojo. La población reproductora de Roquero Rojo en el espacio protegido, no cuantificada hasta el momento (seguramente superior a las 35 parejas) debe tener importancia a nivel nacional e internacional. Otras especies de interés que mantienen poblaciones nidificantes en la zona son: Azor, Gavilán, Alcotán, Vencejo Real, Golondrina Dáurica, Mirlo Acuático, Acentor Alpino, Colirrojo Real y Roquero Solitario. Posible presencia reproductora de Críalo, Pico Menor, Carbonero Palustre y Verderón Serrano y es zona de invernada habitual de Treparriscos.

Anejo III-Ingeniería del estudio



ÍNDICE ANEJO III.- INGENIERÍA DEL ESTUDIO

	Página
1. Introducción	6
1.1. Objetivos	6
1.2. Proceso	6
1.3. Tipos de obras propuestos	7
2. Mejoras de la distribución del agua de riego	9
2.1. Introducción	9
2.2. Canales a mejorar	9
2.3. Elección del tipo de canal	10
2.4. Determinación de las dimensiones del canal prefabricado	11
2.4.1. Determinación del caudal de cálculo	11
2.4.2. Elección de la sección del canal prefabricado	17
3. Inventario de obstáculos	18
3.1. Objetivo	18
3.2. Procedimiento	18
3.3. Mapa de situación de los obstáculos	20
3.4. Fichas del inventario	22
3.4.1. Obstáculo 1: La Fervienza	22
3.4.2. Obstáculo 2: Por encima del puente de La Fervienza	23
3.4.3. Obstáculo 3: Morla de la Valderia, Pozo antigua	24
3.4.4. Obstáculo 4 :Presa de Morla de la Valderia	25
3.4.5. Obstáculo 5: Zona de baño de Manzaneda	26
3.4.6. Obstáculo 6: Prados de Quintanillo de Yuso	27
3.4.7. Obstáculo 7: Quintanilla de Yuso	28
3.4.8. Obstáculo 8 : Serrería de Truchas	29
3.4.9. Obstáculo 9: Presa en Truchas	30
3.4.10. Obstáculo 10: Presa Truchas-Baillo	31
3.4.11. Obstáculo 11: Presa Truchas-Baillo	32
3.5. Tabla resumen	33
3.6. Plano de la zona inventariada	33
3.7. Resumen de los obstáculos	33
3.7.1. Obstáculo nº1.-La Fervienza	33
3.7.2. Obstáculo nº2.-Por encima del puente de La Fervienza	34
3.7.3. Obstáculo nº3.- Morla de la Valderia, pozo antigua	34
3.7.4. Obstáculo nº4.-Presa de Morla de la Valderia	34
3.7.5. Obstáculo nº5.-Zona de baño de Manzaneda	34
3.7.6. Obstáculo nº6.-Prados de Quintanilla de Yuso	35
3.7.7. Obstáculo nº7.-Pueblo de Quintanilla de Yuso	35
3.7.8. Obstáculo nº8.-Serrería de Truchas	35
3.7.9. Obstáculo nº9.- Presa de Truchas	35
3.7.10. Obstáculo nº10.-Presa de Truchas-Baillo	36
3.7.11. Obstáculo nº11.-Presa de Truchas-Baillo 2	36
4. Estudio de las obras transversales propuestas	36
4.1. Objetivos	36
4.2. Emplazamientos	36
4.3. Elección del tipo de fábrica	36
4.4. Diseño y cálculo	39
4.4.1. Elementos generales de un dique y su función	39
4.4.2. Condiciones de estabilidad	40

4.4.3.	Estudio de fuerzas	40
4.4.4.	Predimensionado	42
4.4.5.	Cálculo de los diques proyectados	49
5.	Estudio de las obras de franqueo propuestas	64
5.1.	Objetivos	64
5.2.	Tipos de dispositivos de paso	65
5.3.	Condiciones generales a satisfacer por una escala	67
5.4.	Condicionantes biológicos	67
5.5.	Criterios y elección del tipo de paso	68
5.6.	Diseño y cálculo de la escala de artesas	69
5.6.1.	Establecimiento del salto entre estanques (ΔH)	69
5.6.2.	Determinación del nº de estanques necesarios	69
5.6.3.	Predimensionado del volumen útil del estanque	69
5.6.4.	Fijar el caudal de diseño	70
5.6.5.	Dimensionamiento del vertedero sumergido y de los orificios	70
5.6.6.	Comprobaciones	71
5.6.7.	Sistemas de adaptación del funcionamiento de la escala	72
5.7.	Diseño de las compuertas propuestas para el azud del T.M.de Manzaneda	72
5.8.	Diseño de las obras de franqueo propuestas	72
6.	Estudio de las demoliciones propuestas	78
6.1.	Objetivos	78
6.2.	Método de demolición	78
7.	Limpiezas	79
7.1.	Objetivos	79
7.2.	Método de realización de la limpieza	79

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

FIGURAS

Figuras	Descripción	Página
1	Fotografía aérea de la relación de todas las obras ha realizar	8
2	Fotografía aérea de los canales en uso de Torneros de la Valderia	9
3	Fotografía aérea de los tramos del canal principal	13
4	Fotografía aérea de ubicación de los distintos obstáculos	21
5	Plano de la zona inventariada	33
6	Distintos zampeados y disipadores de energía	37-38
7	Esquema de un dique	40
8	Esquema de fuerzas actuantes en la sección por el vertedero	41
9	Diseño de la cimentación	44
10	Comprobaciones el predimensionado	44
11	Problemas por tubificación	46
12	Soluciones frente a la tubificación	47
13	Zampeado horizontal	48
14	Zampeado inclinado	48
15	Croquis del diseño del vertedero	59
16	Croquis del diseño del vertedero	64
17	Ascensores para peces	65
18	Esclusas para peces	66
19	Rampas Denil	66
20	Escalas de artesas	67
21	Parámetros para el diseño de una artesa en curva	70
22	Azud y escala para peces propuesta para el T.M. de Quintanilla de Yuso	74
23	Croquis de la unión de las distintas placas de una misma compuerta	75
24	Croquis de la obra de paso del T.M. de Manzaneda	76
25	Escala para peces propuesta para el azud de Torneros de la Valderia	78
26	Demolición con retroexcavadora	79

TABLAS

Tabla	Descripción	Página
1	Datos de los tramos del canal principal	13
2	Valores del coeficiente de rugosidad n	14-15
3	Toma de datos	16
4	Dimensiones de los canales prefabricados	18
5	Ficha de inventario de obstáculos	19
6	Ficha de inventario de obstáculos 1	22
7	Ficha de inventario de obstáculos 2	23
8	Ficha de inventario de obstáculos 3	24
9	Ficha de inventario de obstáculos 4	25
10	Ficha de inventario de obstáculos 5	26
11	Ficha de inventario de obstáculos 6	27
12	Ficha de inventario de obstáculos 7	28
13	Ficha de inventario de obstáculos 8	29
14	Ficha de inventario de obstáculos 9	30
15	Ficha de inventario de obstáculos 10	31
16	Ficha de inventario de obstáculos 11	32
17	Tabla resumen de actuaciones en obstáculos	33
18	Elección del material de la estructura	39
19	Fuerzas actuantes a considerar	41
20	Fuerzas actuantes y su situación	42
21	Obtención de los espesores de la base y en coronación	43
22	Cargas admisibles según distintos tipos de materiales	45
23	Coeficientes de fricción fábrica-terreno	46
24	Valores de la relación de ruptura para distintos materiales de fundación	47
25	Coeficiente según pendiente	49
26	Fuerzas actuantes y situación de las mismas para el dique 1	51
27	Resultados de fuerzas, momentos y situaciones de las fuerzas para el dique 1	51
28	Fuerzas actuantes y situación de las mismas para el dique 2	55
29	Resultados de fuerzas, momentos y situaciones de las fuerzas para el dique 2	56
30	Fuerzas actuantes y situación de las mismas para el dique 3	61
31	Resultados de fuerzas, momentos y situaciones de las fuerzas para el dique 3	61
32	Periodo reproductivo para las especies del río Eria	64
33	Ventajas e inconvenientes de las obras de franqueo	68
34	Determinación de la profundidad media del estanque	70
35	Caudales medios diarios mensuales	70
36	Anchura mínima del vertedero según especies	71
37	Potencia disipada para cada especie	71

1. Introducción

1.1. Objetivos

Las distintas actuaciones propuestas en este estudio buscan lograr tres objetivos compatibilizándolos entre sí; mejorar la derivación de agua de riego actual del río Eria a su paso por el T.M. de Torneros de la Valderia, mejorar la distribución de esta agua para los usos tradicionales existentes y mejorar la transitabilidad de la ictiofauna por el tramo de estudio.

1.2. Proceso

- ❖ 1.- Constatación in situ de los problemas en la derivación de agua de riego en el T.M. de Torneros de la Valderia y en su distribución.
- ❖ 2.- Realización de un inventario de obstáculos: Con la finalidad de recabar información sobre la transitabilidad para la ictiofauna en el tramo en estudio se realizó un inventario y caracterización de obstáculos. Con estos datos se analizarán las distintas soluciones posibles a la transitabilidad.
- ❖ 3.- Estudio de alternativas:
 - Para la transitabilidad de la ictiofauna, se distingue entre obstáculos naturales y artificiales, proponiendo actuaciones sólo en los segundos, siendo la destrucción de los obstáculos existentes la medida más efectiva, aunque no siempre viable puesto que la existencia de estos obstáculos obedece a la realización de una función social necesaria. El desarrollo de una función por parte de algunos obstáculos obliga a dotarlos, en caso de no contar con ello, de medidas de paso para la ictiofauna, o de realizar adecuaciones en la misma si ha perdido su funcionalidad. En los casos en los que el mal estado de conservación de alguno de estos obstáculos no permita su adecuación, se contemplará su sustitución.

La descripción de las medidas concretas para cada uno de los obstáculos se realizará en apartados posteriores (3.7 Resumen de los obstáculos).

- En la derivación de agua en el T.M. de Torneros de la Valderia, el mal estado general del azud; baja calidad de los materiales de los cuales está construido, bajo nivel técnico en su construcción, roturas constantes del paramento que obligan a mantenimientos y reconstrucciones periódicos, etc. aconseja su sustitución por uno acorde a con la ingeniería actual que elimine todos estos problemas.
- La distribución del agua por canales de tierra conlleva problemas de pérdidas por filtración, así como problemas de erosión, sedimentación y transporte de caudales sólidos que podrían ser corregidos mediante un revestimiento (asfáltico, hormigón, mampostería, ladrillo, etc.) del canal. Para elegir el revestimiento más adecuado se analizan las distintas ventajas e inconvenientes de cada revestimiento en el apartado 2.3 elección del tipo de canal, optando por el revestimiento con placas de hormigón prefabricado, por su rapidez en el montaje del canal, la gran calidad del producto, ser una opción económica en cuanto a transporte y colocación, etc.

1.3. Tipos de obra propuestos

En el presente estudio se realizarán 5 tipos de obras dependiendo de la solución adoptada para cada obstáculo encontrado a lo largo del tramo de estudio. Estos 5 tipos de obras serán:

- Mejoras de la distribución del agua de riego (Canalizaciones): Revestimiento de estos con canales de hormigón prefabricado.
- Obras transversales nuevas: Construcción de nuevos azudes.
- Dispositivos de paso para la ictiofauna: Construcción de escalas de artesas y compuertas para el franqueo de obstáculos.
- Demoliciones de obstáculos sin funcionalidad actual.
- Adecuación de obras de franqueo.

Las distintas soluciones adoptadas para los diferentes obstáculos encontrados en el tramo de estudio, así como su ubicación pueden verse en la siguiente figura.



Figura nº1.- Fotografía aérea de la relación de todas las obras a realizar. (Fuente: www.sitcyLjcyL.es)

2. Mejoras de la distribución del agua de riego

2.1. Introducción

Actualmente, el municipio de Torneros de la Valdería cuenta con una red de canales que distribuyen el agua derivada del río para usos de riego en su mayoría. Estos canales distribuyen el agua por todas las fincas existentes en dos zonas, la vega arriba y la vega abajo. Se construyeron excavando una red de zanjas sin ningún tipo de revestimiento posterior, y haciendo circular el agua por ellas, lo cual conlleva unas grandes pérdidas por infiltración. A su vez, provoca que en la actualidad se extraiga más agua de la necesaria del río, puesto que no sólo se deben cubrir las necesidades hídricas de riego, sino también las pérdidas producidas en la distribución.

Así, se hace necesario dar solución a los problemas en la distribución del agua por estos canales, para poder minimizar el volumen de agua extraída del río, intentando mejorar en la medida de lo posible la función actual de los canales existentes.

2.2. Canales a mejorar

La red de canales existente en el municipio de Torneros de la Valdería no es utilizada por igual. En la actualidad y debido al abandono del campo muchos de ellos han perdido su uso, encontrándose abandonados. Entre los que se encuentran en uso, marcados en la foto aérea siguiente en azul claro, cabe destacar la existencia de uno central y principal (En rojo en la foto aérea), pues abastece al resto de los existentes.



Figura n°2: Fotografía aérea de los canales en uso de Torneros de la Valdería (Fuente: Fuente: www.sitcyLjcyL.es)

Aunque la finalidad de este estudio no es la de mejorar la totalidad de la red de canales de todo el pueblo, si debe de tenerse en cuenta el caudal circulante por el principal, puesto que es el que se extrae del río mediante el azud de estudio. Este caudal, dato importante para el diseño del azud, debe ser el mínimo necesario para satisfacer la demanda de agua de riego de la población sin causar grandes impactos en el río.

2.3. Elección del tipo de canal.

Para reducir las pérdidas por infiltración se analizaron diferentes soluciones, puesto que no se pueden asumir las pérdidas existentes en un canal de tierra. Para poder elegir el tipo de construcción adecuada se construyó la siguiente lista con las diferentes alternativas, aportando a cada una de ellas las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.

A. REVESTIMIENTO DE HORMIGÓN EN MASA (IN SITU).

- a. El hormigón es sobradamente impermeable para conseguir filtraciones pequeñas.
- b. Peligro de agrietamiento debido a su baja resistencia de tracción.
- c. Material rígido que se adapta mal a las deformaciones del terreno.
- d. Si se producen pérdidas de agua son localizadas.
- e. Más laborioso de colocar que en prefabricado pudiendo dar peor calidad de acabado.

B. REVESTIMIENTO DE PLACAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN.

- a. Más barato que el hormigón in situ en transporte y colocación.
- b. Gravilla muy fina que puede encarecer la obra mucho.
- c. Gran calidad del producto.
- d. Más rapidez de montado del canal.
- e. Longitud de juntas por metro cuadrado mayor que el hormigón in situ, provocando más filtraciones y menor riesgo de roturas que en hormigón en masa.

C. REVESTIMIENTO DE LADRILLO.

- a. Filtraciones mayores al haber más juntas que en hormigón
- b. Gran cantidad de mano de obra.

D. REVESTIMIENTO DE MAMPOSTERIA

- a. Gran irregularidad superficial lo que conlleva un alto coeficiente de rugosidad.
- b. Gruesos espesores de revestimiento.
- c. Mala impermeabilidad
- d. Costo elevado por: mucha mano de obra y gran volumen de fábrica.

E. REVESTIMIENTOS ASFÁLTICOS.

- a. Es un revestimiento flexible.
- b. Gran capacidad de deformación no siendo necesario colocar juntas.
- c. Los calores excesivos (canal con fuerte insolación) traen el peligro de que el revestimiento ablandado tenga tendencia a fluir.
- d. No soporta bien el pisoteo.
- e. Poca resistencia al crecimiento de la vegetación
- f. Sensible a la capacidad erosiva del agua en movimiento.
- g. Bajo coste económico.

F. REVESTIMIENTO CON MEMBRANA PLÁSTICA.

- a. Pérdida de sus buenas características con el tiempo.
- b. Muy flexible, más que los asfálticos.
- c. Totalmente impermeables.
- d. Mayor resistencia a la erosión y al punzamiento que los asfálticos.
- e. Carece de peligro por ablandamiento del betún.
- f. Falta de resistencia al crecimiento vegetal, aunque algunos pueden aguantarlo hasta ciertos límites.

i. REVESTIMIENTO CON MEMBRANA PVC Y CAPA PROTECTORA DE GRAVILLA.

- 1. Las láminas enterradas pueden conseguir una impermeabilidad excelente.
- 2. El agua no debe circular a partir de cierta velocidad por riesgo de erosionar la gravilla.
- 3. Planificar la excavación del canal con el exceso de la capa de gravilla.

ii. REVESTIMIENTO CON MEMBRANA SIN PROTECCIÓN.

- 1. Membrana de mayor resistencia (por no tener capa protectora).
- 2. Permite taludes de mayor pendiente.
- 3. Se ahorra el exceso de excavación del anterior caso.
- 4. Fácil localización de las averías.
- 5. Erosión producida por el agua en movimiento.
- 6. Daños por pisoteo.
- 7. Envejecimiento debido a la luz solar.
- 8. Vandalismo.
- 9. Peligro de deslizamiento hacia el fondo.

G. CANALES EN TIERRA.

- a. Problemas de sedimentación, aterramiento y erosión.
- b. Filtraciones importantes que exigen tener un suelo suficientemente impermeable.
- c. Caudales sólidos.
- d. Bajo coste económico.

En base a esa lista se decidió por la alternativa de mejorar los canales existentes mediante un revestimiento del mismo con placas de hornigón prefabricadas.

2.4. Determinación de las dimensiones del canal prefabricado

2.4.1. Determinación del caudal de cálculo (Q_{cal})

a) Metodología

Debido a la inexistencia de datos de caudales desviados del río hacia los canales o de caudales mínimos necesarios para el riego, para determinar el caudal de cálculo se recurrió a la hipótesis siguiente; el caudal de cálculo será igual al máximo caudal que puede circular

por la sección con menor capacidad para evacuar caudal (sección hidráulica más desfavorable) de todo el canal de riego actual.

La determinación de la sección hidráulica más desfavorable se llevó a cabo dividiendo el canal principal en tres tramos de condiciones hidráulicas semejantes. En cada uno de estos tres tramos se evaluaron sus condiciones hidráulicas mediante tres parámetros; la sección mojada (a menor magnitud peores condiciones hidráulicas), la pendiente (a menor magnitud peores condiciones hidráulicas) y la rugosidad (a mayores n de Manning peores condiciones hidráulicas), pudiendo comparar y elegir entre ellos.

Una vez localizada la sección más desfavorable hidráulicamente, se calcula el máximo caudal que puede circular por ella. Utilizando la fórmula de continuidad (1), en la cual conocemos el factor sección mojada (S_m), determinado por la geometría, el factor velocidad (V) lo obtenemos mediante la fórmula de Manning (2), introduciendo en la ecuación un valor de n estimado previamente. Para estimar los valores de la n de Manning a introducir en la fórmula de Manning se realizó una toma de datos de velocidades del flujo del agua en el interior del canal, pendiente del canal y distintas mediciones de su geometría. Con esos datos se logra estimar la n de Manning despejando dicho parámetro de la fórmula (2). Además se obtiene una segunda estimación utilizando la tabla n°2.

$$(1) \quad Q = V \cdot S_m$$

$$(2) \quad V = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Siendo:

- V : Velocidad en m/s
- Rh : Radio hidráulico en m
- I : pendiente en tanto por uno
- n : n de Manning
- Q : Caudal en m³/s
- S_m : Sección mojada en m²

b) Determinación de la sección hidráulica más desfavorable

Se dividió el canal principal en tres tramos de características hidráulicas semejantes (figura n°2), tomando para cada uno de ellos datos de pendientes, secciones mojadas y rugosidades expuestos en la tabla 1.



Figura n°3 Fotografía aérea de los tramos del canal principal (Fuente: Fuente: www.sitcyLjcyL.es)

	Pendiente (%)	Rugosidad (n de Manning)	Sección mojada(m²)
Tramo 1	0,25	0,051	0,333
Tramo 2	0,75	0,039	0,196
Tramo 3	0,25	0,050	0,120

Tabla n°1: Datos de los tramos del canal principal

El tramo más desfavorable para la circulación de agua por el canal es el tramo 3, su pendiente es la más pequeña, su sección mojada es muy pequeña respecto de los otros dos tramos y su rugosidad es prácticamente la máxima de los tres tramos estudiados.

c) Estimación de la n de Manning

➤ Toma de datos

La toma de datos debe aportar información sobre las condiciones hidráulicas en las que circula el agua actualmente. Para ello, se dividió el canal principal en tres tramos de condiciones hidráulicas semejantes (Figura n°2), tomando los siguientes datos en cada uno de ellos:

Velocidades medidas con caudalímetro en orillas y centro del canal en m/s

Pendiente del canal medida con clisímetro en %

Calados de las orillas, central y máximo del canal en el tramo en cm

Anchura del canal en cm

n de Manning asignada mediante las tablas siguientes (Para todos los tramos el valor de n asignado puede oscilar entre 0,035 y 0,08):

<i>Tipo de canal y descripción</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Normal</i>	<i>Máximo</i>
B. Canales revestidos o fabricados			
B-1 Metal			
a. Superficie de acero liso			
1. Sin pintar	0.011	0.012	0.014
2. Pintada	0.012	0.013	0.017
b. Corrugado	0.021	0.025	0.030
B-2 No metal			
a. Cemento			
1. Limpio en la superficie	0.010	0.011	0.013
2. Mortero	0.011	0.013	0.015
b. Madera			
1. Cepillada sin tratar	0.010	0.012	0.014
2. Cepillada, creosotada	0.011	0.012	0.015
3. Sin cepillar	0.011	0.013	0.015
4. Planchas con listones	0.012	0.015	0.018
5. Revestida con papel impermeable	0.010	0.014	0.017
c. Concreto			
1. Terminado con cuchara	0.011	0.013	0.015
2. Terminado con lechada	0.013	0.015	0.016
3. Terminado con grava en el fondo	0.015	0.017	0.020
4. Sin terminar	0.014	0.017	0.020
5. Gunita en sección correcta	0.016	0.019	0.023
6. Gunita en sección ondulada	0.018	0.022	0.025
7. Sobre roca excavada pareja	0.017	0.020	
8. Sobre roca excavada irregular	0.022	0.027	
d. Fondo de concreto terminado con lechada con los costados de			
1. Piedra acomodada en mortero	0.015	0.017	0.020
2. Piedra volcada en mortero	0.017	0.020	0.024
3. Mampostería de piedra partida cementada y revocada	0.016	0.020	0.024
4. Mampostería de piedra partida cementada	0.020	0.025	0.030
5. Piedra partida suelta o riprap	0.020	0.030	0.035
e. Fondo de grava con costado de			
1. Hormigón encofrado	0.017	0.020	0.025
2. Piedra volcada en mortero	0.020	0.023	0.026
3. Piedra partida suelta o riprap	0.023	0.033	0.036
f. Ladrillo			
1. Vidriado	0.011	0.013	0.015
2. En mortero de cemento	0.012	0.015	0.018
g. Mampostería			
1. Piedra partida cementada	0.017	0.025	0.030
2. Piedra partida suelta	0.023	0.032	0.035
h. Piedra cortada y acomodada	0.013	0.015	0.017
i. Asfalto			
1. Liso	0.013	0.013	
2. Rugoso	0.016	0.016	
j. Revestimiento vegetal	0.030	----	0.500

Tabla n°2: Valores del coeficiente de rugosidad n (Hidráulica de los canales abiertos, Ven Te Chow, 1983)

<i>Tipo de canal y descripción</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Normal</i>	<i>Máximo</i>
C. Excavado o dragado			
a. Tierra, recto y uniforme			
1. Limpio, terminado recientemente	0.016	0.018	0.020
2. Limpio con cierto uso	0.018	0.022	0.025
3. Grave, sección uniforme, limpio	0.022	0.025	0.030
4. Con musgo corto, poca hierba	0.022	0.027	0.033
b. Tierra, curvo y lento			
1. Sin vegetación	0.023	0.025	0.030
2. Musgo, lagunos pastos	0.025	0.030	0.033
3. Pastos densos o plantas acuáticas en canales profundos	0.030	0.035	0.040
4. Fondo de tierra y costados de piedra partida	0.028	0.030	0.035
5. Fondo pedregoso y bancos con pastos	0.025	0.035	0.040
6. Fondos de cantos rodados y costados limpios	0.030	0.040	0.050
c. Excavado con pala o dragado			
1. Sin vegetación	0.025	0.028	0.033
2. Poco arbustos en los bancos	0.035	0.050	0.060
d. Roca cortada			
1. Lisa y uniforme	0.025	0.035	0.040
2. Dentada o irregular	0.035	0.040	0.050
C. Canales sin mantenimiento, pastos y arbustos sin cortar			
1. Pasto densos, altos como la profundidad del flujo	0.050	0.080	0.120
2. Fondo limpio, arbustos en los lados	0.040	0.050	0.080
3. Igual, al más alto nivel del flujo	0.045	0.070	0.110
4. Arbustos densos, nivel alto	0.080	0.100	0.140
D. Cursos naturales			
D-1 Cursos menores (ancho superior al nivel de crecida < 100 ft).			
a. Cursos en planicie			
1. Limpio, recto, nivel lleno, sin fallas o pozos profundos	0.025	0.030	0.033
2. Igual que arriba, pero más piedras y pastos	0.030	0.035	0.040
3. Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	0.033	0.040	0.045
4. Igual que arriba, pero algunos pastos y piedras	0.035	0.045	0.050
5. Igual que arriba, nivel inferiores, más pendiente y sección inefectivas.	0.040	0.048	0.055
6. Igual que 4, pero más piedras	0.045	0.050	0.060
7. Tramos sucios, con pastos y pozos profundos.	0.050	0.070	0.080
8. Tramos con muchos pastos, pozos profundos o recorridos de la crecida con mucha madera y arbustos bajos.	0.075	0.100	0.150

Tabla n°2: Valores del coeficiente de rugosidad n (Continuación)

Los datos obtenidos en las distintas mediciones pueden observarse en la siguiente tabla:

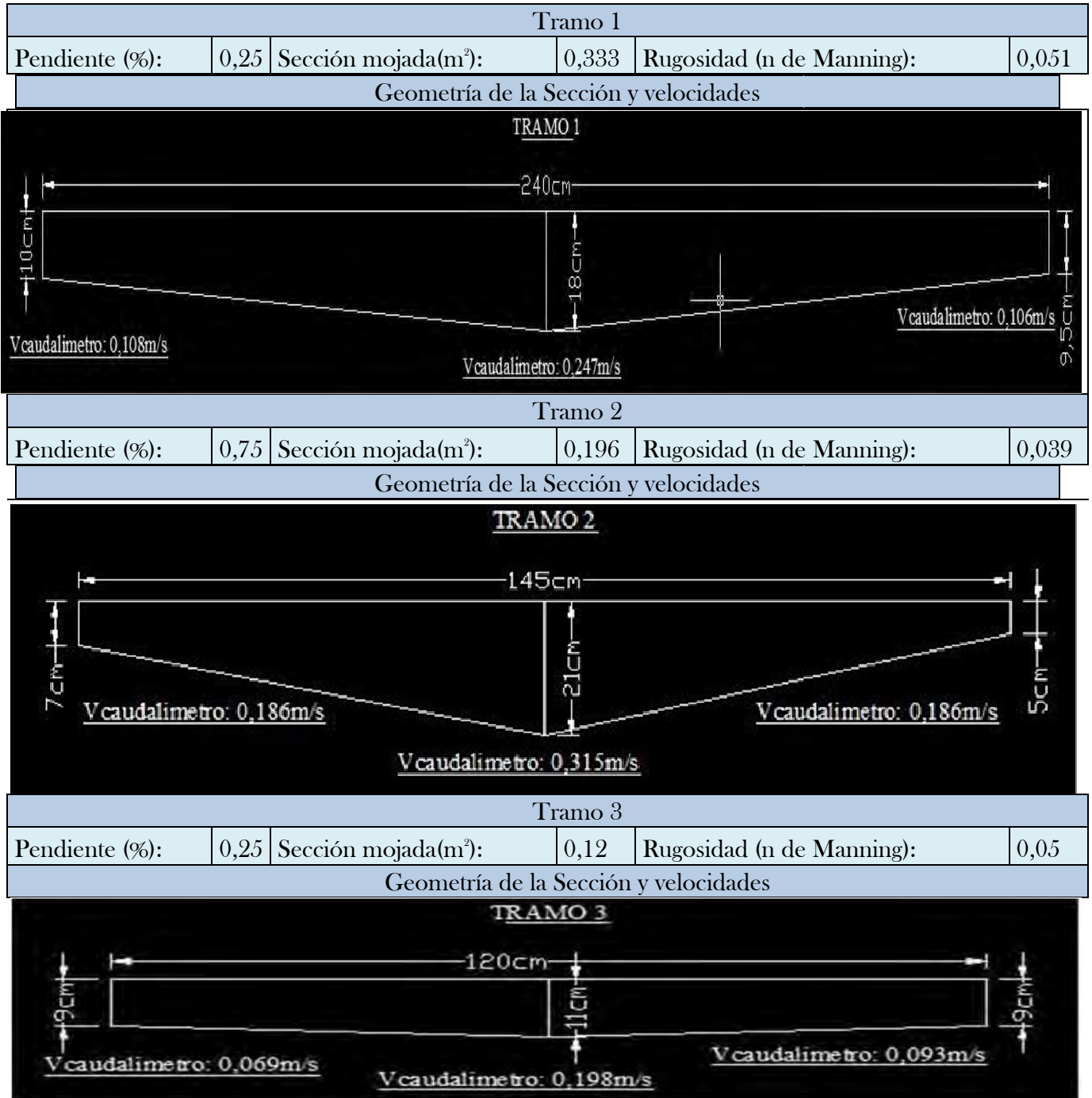


Tabla n°3: Toma de datos

➤ Resultados

Tras la medición de los datos de geometría del canal y velocidades del flujo de agua por el interior del canal, se puede despejar la n de Manning de la siguiente forma:

$$n \text{ de Manning} = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}}{V}$$

Siendo :

- V: Velocidad en m/s
- Rh: Radio hidráulico en m

- I: pendiente en tanto por uno

Obteniendo una estimación de la n de Manning de 0,049 para una pendiente (I) de 0,25%. También se obtiene una estima de 0,05 para la n de Manning según la tabla nº2, suponiendo canales excavados con pala o dragados con poco arbustos en los bancos.

Calculando los caudales para las dos rugosidades anteriores se puede observar que los caudales son muy semejantes, por lo que se asignará una n de Manning de 0,05 para el canal.

$$\text{Caudal } (n=0,049) = 0,024 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Caudal } (n=0,05) = 0,023 \text{ m}^3/\text{s}$$

d) Estimación del caudal de cálculo (Q_{cal}).

El máximo caudal que puede circular por la sección hidráulica más desfavorable (tramo 3) es el que circularía por el canal con un calado igual al máximo posible (75 cm asumiendo un resguardo de 5 cm), siendo en este caso las características del tramo las siguientes:

- ☆ Sección mojada 0,96 m²
- ☆ Perímetro mojado 2,78m
- ☆ Radio hidráulico 0,345 m
- ☆ Pendiente del 0,25%
- ☆ n de Manning 0,05

En esta situación la velocidad obtenida por la fórmula de Manning es de 0,492 m/s, dando un caudal de cálculo de **0,472 m³/s**.

2.4.2. Elección de la sección del canal prefabricado

Las dimensiones del canal de hormigón prefabricado elegido nos deben asegurar la evacuación del caudal de cálculo obtenido en el punto anterior, y a su vez deben ser unas dimensiones disponibles con facilidad en el sector comercial para evitar mayores gastos económicos. Con los datos de dimensiones de canales prefabricados de hormigón de la empresa *Tubosca* se ha realizado una tabla con los caudales que evacua cada dimensión, manteniendo la pendiente del canal (0,25%) y suponiendo la sección mojada igual a la sección llena con un resguardo de 5 cm, así:

Sección Interior Ancho x Alto, cm.	Espesor cm.	Longitud cm.	Peso Kgr.	Caudal evacuado m ³ /s
Sección Cuadrada				
35 x 35	4.5	100	120	0,093
*42 x 42	4.5	100	140	0,156
50 x 50	7	120	330	0,256
*60 x 60	7	120	375	0,426
*80 x 80	8	120	565	0,942
*100 x 100	9	120	790	1,736
Sección Rectangular				
33 x 16	4	100	65	0,023
42 x 21	4.5	100	95	0,052
51 x 25	5	120	155	0,091
60 x 30	7	120	260	0,153
70 x 17	4.5	100	120	0,065
80 x 40	8	120	390	0,352
100 x 25	7	120	330	0,210
100 x 50	9	120	540	0,663
*35 x 70	4.5	100	195	0,234
*50 x 100	7	120	530	0,620

Tabla n°4: Dimensiones de los canales prefabricados (Fuente: Tubosca S.L.)

Siendo :

- n de Manning de 0,013 (Dato del fabricante)

Por comparación con el caudal máximo posible en el canal (0,472 m³/s), la sección elegida es la de sección cuadrada de 50 cm de ancho, 100 cm de alto y 120 cm de longitud, que es capaz de evacuar un caudal de 0,620 m³/s, para una longitud total de 1180 m de canal principal.

3. Inventario de obstáculos

3.1. Objetivo:

Con la realización de este inventario de obstáculos se aporta información sobre la existencia de barreras en el río que impidan el paso a la ictiofauna, su localización, su estado, su carácter, su forma, su funcionalidad, etc. También se aporta información sobre medidas existentes para la mitigación del efecto barrera producido por los mismos. Toda esta información permitirá plantear medidas de actuación en los distintos obstáculos para minimizar su impacto en la fauna acuática, así como también aportará una justificación a la construcción de una obra de paso en el azud de estudio.

3.2. Procedimiento:

Para la toma de toda esta información, se creó la siguiente ficha resumen:

FICHA DE INVENTARIO DE OBSTÁCULOS RÍO ERIA			
Nº Obstáculo:		Fecha:	
Situación:			
Coordenadas:	X:	Y:	Huso:
Carácter del obstáculo:	Natural: <input type="radio"/> Artificial: <input type="radio"/>		
Disposición:	Transversal: <input type="radio"/> Longitudinal: <input type="radio"/>		
Medidas:	Longitud:		
	Altura coronación:		
Estado de conservación:	Muy buena: <input type="radio"/> Buena: <input type="radio"/> Regular: <input type="radio"/> Mala: <input type="radio"/>		
Material:			
Titularidad:	Pública: <input type="radio"/> Privada: <input type="radio"/>		
¿Está en uso?	Sí: <input type="radio"/> No: <input type="radio"/>		
Existencia de vertederos:	Sí: <input type="radio"/> No: <input type="radio"/>	Nº de vertederos:	
Disposición:	<input type="radio"/> Lateral <input type="radio"/> Central <input type="radio"/> Sumergido <input type="radio"/>		
Dimensiones:	Otra: _____		
Objetivo prioritario de la obra:	Alto: _____ Ancho: _____		
Problemas existentes:	<input type="radio"/> Riego <input type="radio"/> Baños <input type="radio"/> Abastecimiento <input type="radio"/>		
	Otros: _____		
Existencia de obra de paso:	<input type="radio"/> Colmatación <input type="radio"/> Deterioro del material <input type="radio"/> Descalzamiento		
Causa de la no funcionalidad:	<input type="radio"/>		
Tipo de obra de paso:	Otros: _____		
	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No		
	¿Es funcional? <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No		
	Otra: _____		
Croquis			
Fotografía			

Tabla n°5- Ficha de inventario de obstáculos

Con ella, se procedió a recorrer un tramo de río comprendido entre el municipio de Baillo (perteneciente a la comarca de La Cabrera) hasta la salida de las aguas del río del municipio de Torneros de la Valdería (perteneciente a la comarca de la Valdería), en dirección aguas arriba haciendo un reconocimiento de “visu” de todo aquello que represente un obstáculo para la ictiofauna, rellenando “in situ” la ficha anterior en cada obstáculo identificado con las características que de él se apreciaban. Todo ello dio lugar al reconocimiento de 11 obstáculos en un tramo de 30 kilómetros numerados de menor a mayor en sentido aguas arriba.

3.3. Mapa de situación de los obstáculos

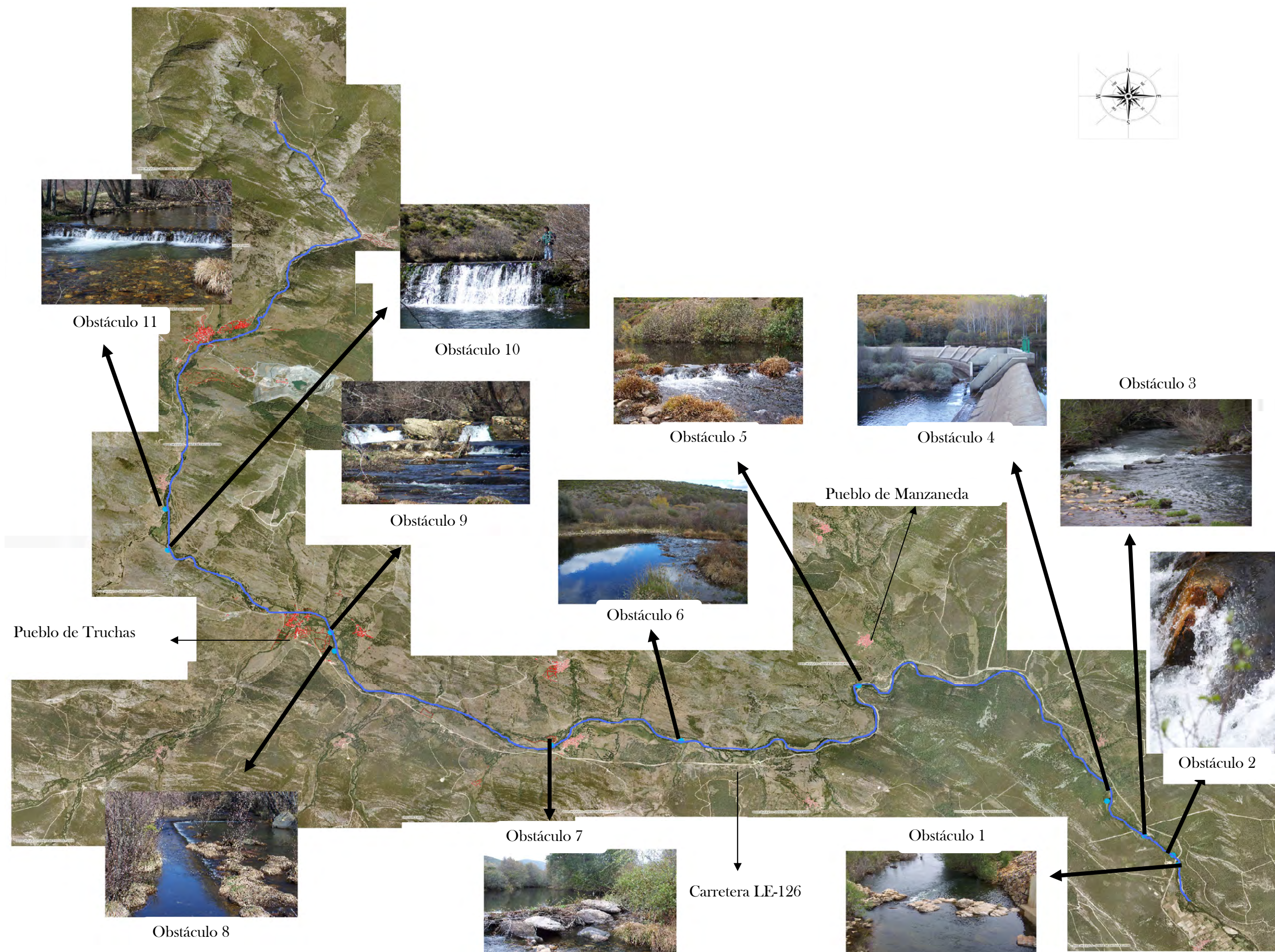


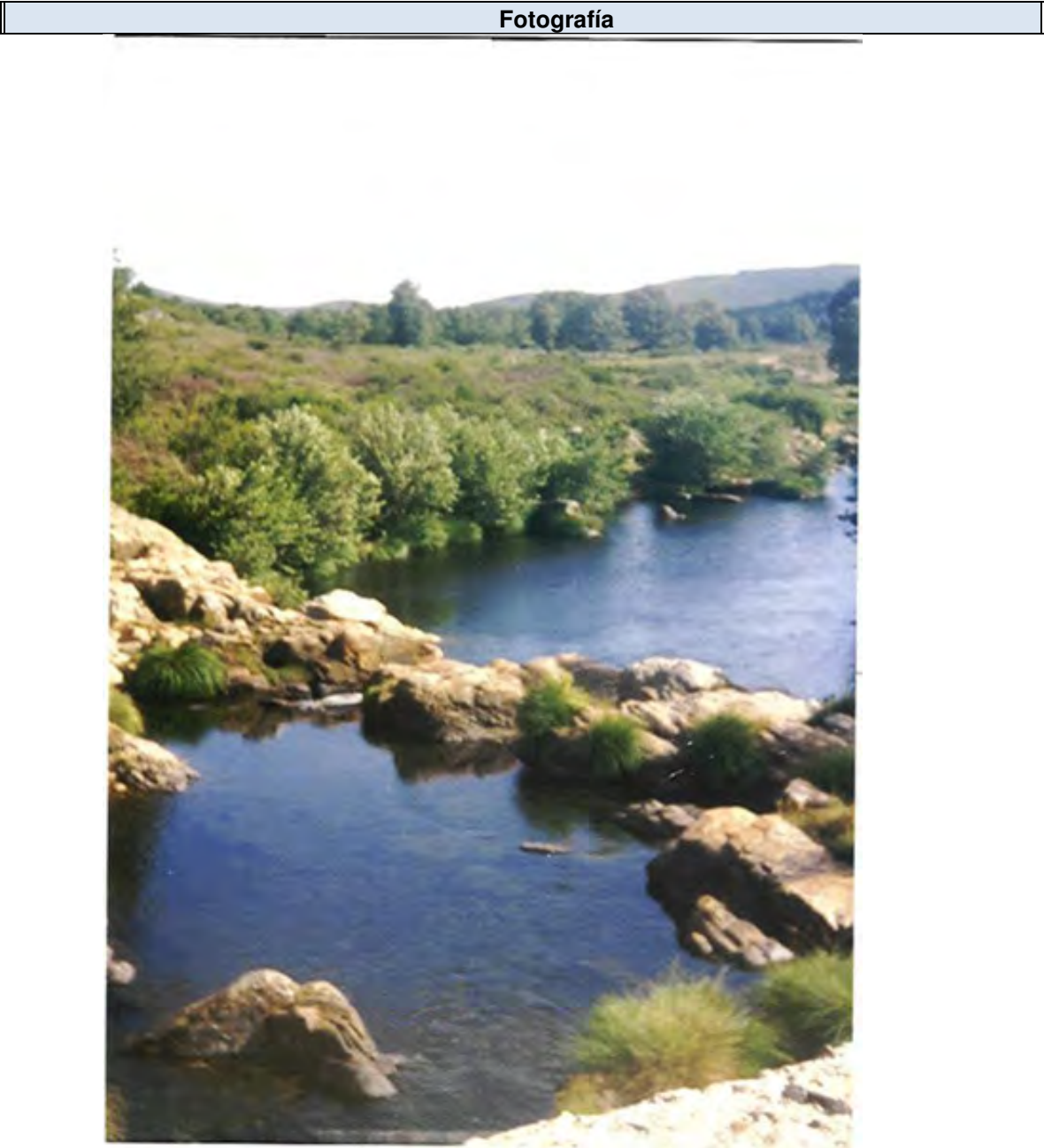
Figura n.º4.- Ubicación de los distintos obstáculos

3.4. Fichas del inventario:
3.4.1. Obstáculo 1: La Fervienza:

FICHA DE INVENTARIO DE OBSTÁCULOS RÍO ERIA			
Nº Obstáculo:	1	Fecha:	05/01/2008
Situación:	Torneros de la Valdería (La Fervienza)		
Coordenadas:	X: 726857,11 Huso: 29	Y: 4678546,3	
Carácter del obstáculo:	Salto	Natural: <input checked="" type="radio"/> Artificial: <input type="radio"/>	
Disposición:	Transversal: <input checked="" type="radio"/> Longitudinal: <input type="radio"/>		
Medidas:	Longitud:		
	Altura coronación:	25 cm	
Estado de conservación:	Muy buena: <input type="radio"/> Buena: <input type="radio"/> Regular: <input type="radio"/> Mala: <input type="radio"/>		
Material:			
Titularidad:	Pública: <input type="radio"/> Privada: <input type="radio"/>		
¿Está en uso?	Sí: <input type="radio"/> No: <input type="radio"/>		
Existencia de vertederos:	Sí: <input type="radio"/> No: <input type="radio"/>	Nº de vertederos:	
Disposición:	<input type="radio"/> Lateral <input type="radio"/> Central <input type="radio"/> Sumergido <input type="radio"/>		
Dimensiones:	Alto: Ancho:		
Objetivo prioritario de la obra:	• Riego <input type="radio"/> Baños <input type="radio"/> Abastecimiento <input type="radio"/> Otros: _____		
Problemas existentes:	<input type="radio"/> Colmatación <input type="radio"/> Deterioro del material <input type="radio"/> Descalzamiento		
	Otros: <input type="radio"/>		
Existencia de obra de paso:	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No	¿Es funcional?	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Causa de la no funcionalidad:			
Tipo de obra de paso:	<input type="radio"/> Ascensor, teleférico o fonicular <input type="radio"/> Esclusas		
	<input type="radio"/> Río artificial <input type="radio"/> Rampa <input type="radio"/> Prepresas <input type="radio"/> Escala de artesas		
	<input type="radio"/> Escala ralentizadores <input type="radio"/> Escalas anguileras		
	<input type="radio"/> Otra: _____		
Croquis			



Tabla nº6.-Ficha de inventario del obstáculo 1



3.4.2. Obstáculo 2: Por encima del puente de La Fervienza.

FICHA DE INVENTARIO DE OBSTÁCULOS RÍO ERIA			
Nº Obstáculo:	2	Fecha:	05/01/2008
Situación:	Torneros de la Valdería, por encima del puente de La Fervienza		
Coordenadas:	X: 726816,47 29	Y: 4678609,9	Huso:
Carácter del obstáculo: Salto		Natural: <input checked="" type="radio"/>	Artificial: <input type="radio"/>
Disposición:	Transversal: <input checked="" type="radio"/> Longitudinal: <input type="radio"/>		
Medidas:	Longitud:		
	Altura coronación:	30 cm	
Estado de conservación:	Muy buena: <input type="radio"/> Buena: <input type="radio"/> Regular: <input type="radio"/> Mala: <input type="radio"/>		
Material:			
Titularidad:	Pública: <input type="radio"/> Privada: <input type="radio"/>		
¿Está en uso?	Sí: <input type="radio"/> No: <input type="radio"/>		
Existencia de vertederos:	Sí: <input type="radio"/> No: <input type="radio"/> N° de vertederos: <input type="text"/>		
Disposición:	O Lateral <input type="radio"/> O Central <input type="radio"/> O Sumergido <input type="radio"/> O Otra: <input type="text"/>		
Dimensiones:	Alto: <input type="text"/> Ancho: <input type="text"/>		
Objetivo prioritario de la obra:	O Riego <input type="radio"/> O Baños <input type="radio"/> O Abastecimiento <input type="radio"/> O Otros: <input type="text"/>		
Problemas existentes:	O Colmatación <input type="radio"/> O Deterioro del material <input type="radio"/> O Descalzamiento <input type="radio"/>		
	O Otros: <input type="text"/>		
Existencia de obra de paso:	No <input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/>	¿Es funcional?	No <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/>
Causa de la no funcionalidad:			
Tipo de obra de paso:	O Ascensor, teleférico o fonicular <input type="radio"/> O Esclusas <input type="radio"/>		
	O Río artificial <input type="radio"/> O Rampa <input type="radio"/> O Prepresas <input type="radio"/> O Escala de artesas <input type="radio"/>		
	O Escala ralentizadores <input type="radio"/> O Escalas anguileras <input type="radio"/>		
	O Otra: <input type="text"/>		
Croquis			

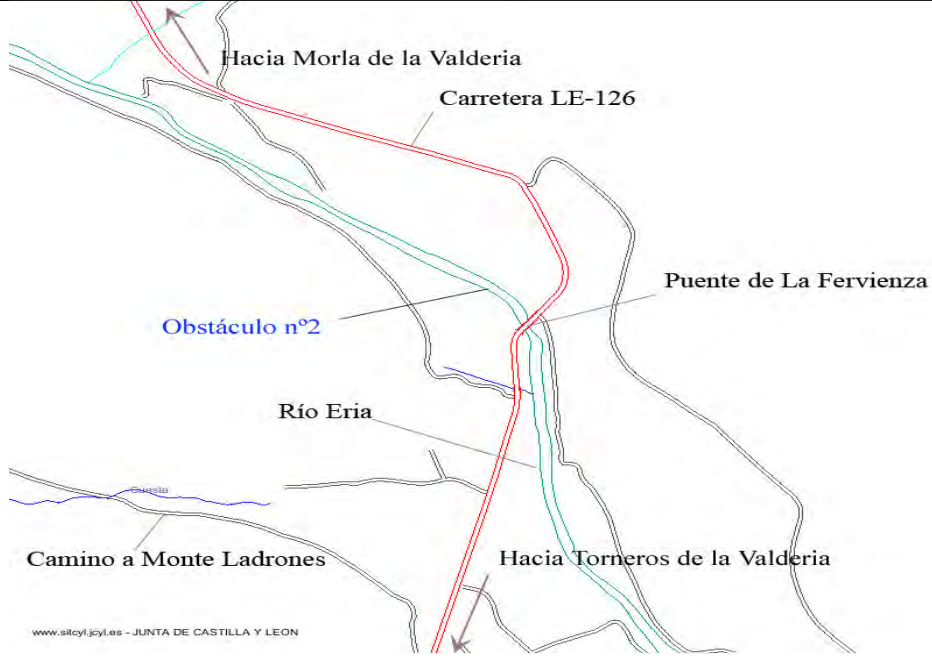
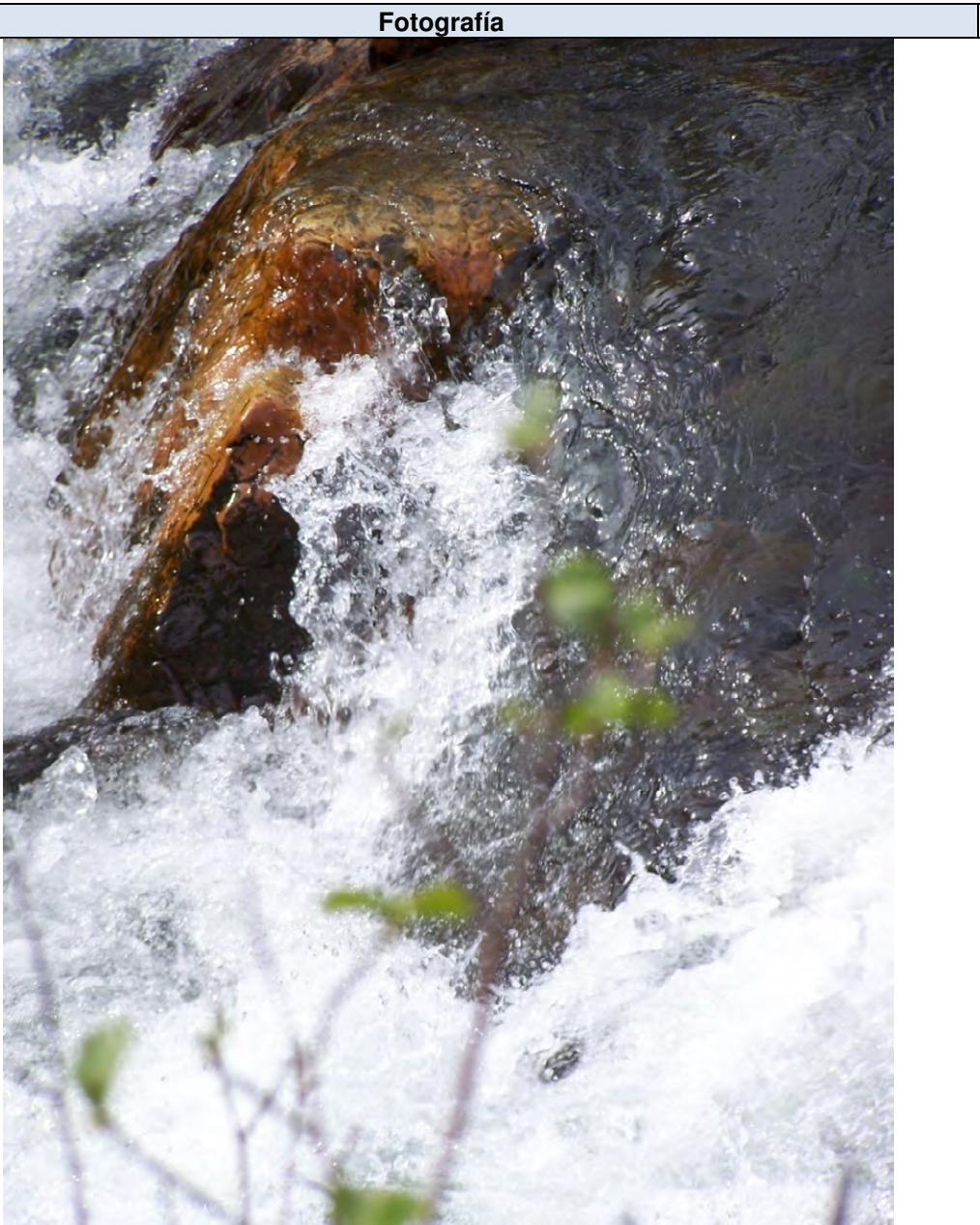


Tabla nº7- Ficha de inventario del obstáculo 2



3.4.3. Obstáculo 3: Morla de la Valderia, Pozo antigua:

FICHA DE INVENTARIO DE OBSTÁCULOS RÍO ERIA			
Nº Obstáculo:	3	Fecha:	05/01/2008
Situación:	Entre Morla de la Valdería, en Pozo antigua		
Coordenadas:	X: 726091,26 Y: 4679086,12 Huso: 29		
Carácter del obstáculo:	Salto	Natural:	<input checked="" type="radio"/> Artificial: <input type="radio"/>
Disposición:	Transversal: <input checked="" type="radio"/> Longitudinal: <input type="radio"/>		
Medidas:	Longitud:		
	Altura coronación:	55 cm	
Estado de conservación:	Muy buena: <input type="radio"/> Buena: <input type="radio"/> Regular: <input type="radio"/> Mala: <input type="radio"/>		
Material:			
Titularidad:	Pública: <input type="radio"/> Privada: <input type="radio"/>		
¿Está en uso?	Sí: <input type="radio"/> No: <input type="radio"/>		
Existencia de vertederos:	Sí: <input type="radio"/> No: <input type="radio"/> Nº de vertederos: <input type="text"/>		
Disposición:	O Lateral O Central O Sumergido O Otra: <input type="text"/>		
Dimensiones:	Alto: <input type="text"/> Ancho: <input type="text"/>		
Objetivo prioritario de la obra:	O Riego O Baños O Abastecimiento O Otros: <input type="text"/>		
Problemas existentes:	O Colmatación O Deterioro del material O Descalzamiento		
	O Otros: <input type="text"/>		
Existencia de obra de paso:	No <input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/>	¿Es funcional?	No <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/>
Causa de la no funcionalidad:			
Tipo de obra de paso:	O Ascensor, teleférico o fonicular O Esclusas		
	O Río artificial O Rampa O Prepresas O Escala de artesas		
	O Escala ralentizadores O Escalas anguileras		
	O Otra: <input type="text"/>		
Croquis			

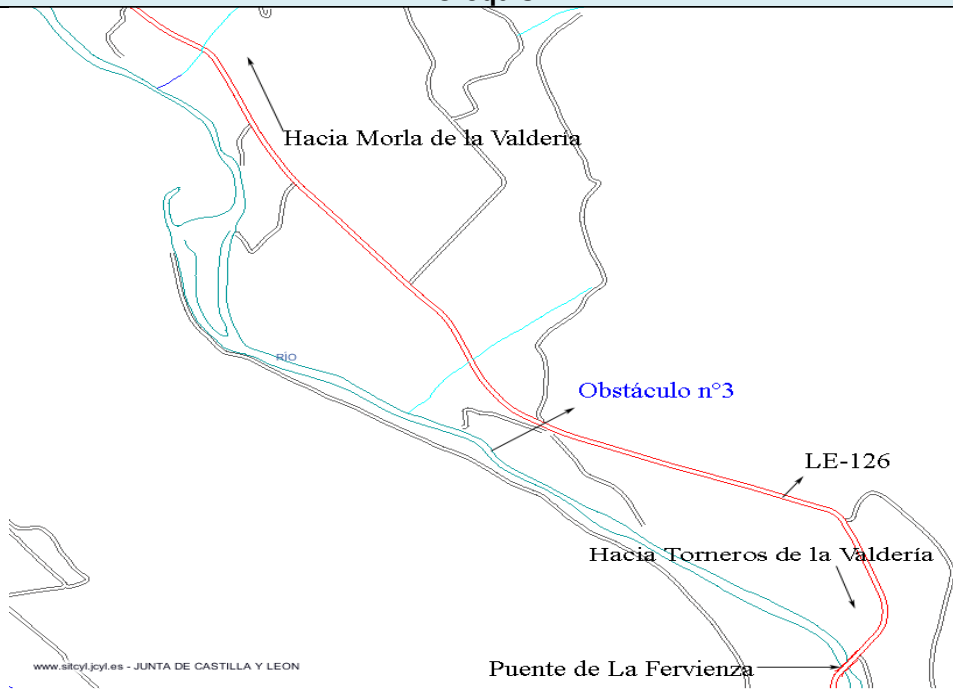


Tabla nº8.- Ficha de inventario del obstáculo 3

Fotografía



3.4.4. Obstáculo 4: Presa de Morla de la Valderia:

FICHA DE INVENTARIO DE OBSTÁCULOS RÍO ERIA			
Nº Obstáculo:	4	Fecha:	06/01/2008
Situación:	Presa Morla de la Valdería		
Coordenadas:	X: 725650,14 29	Y: 4679630,21	Huso:
Carácter del obstáculo: Presa		Natural: <input type="radio"/>	Artificial: <input checked="" type="radio"/>
Disposición:	Transversal: <input checked="" type="radio"/> Longitudinal: <input type="radio"/>		
Medidas:	Longitud:	136m	
	Altura coronación:	4 m	
Estado de conservación:	Muy buena: <input type="radio"/> Buena: <input checked="" type="radio"/> Regular: <input type="radio"/> Mala: <input type="radio"/>		
Material:	Hormigón		
Titularidad:	Pública: <input checked="" type="radio"/> Privada: <input type="radio"/>		
¿Está en uso?	Sí: <input checked="" type="radio"/> No: <input type="radio"/>		
Existencia de vertederos:	Sí: <input checked="" type="radio"/> No: <input type="radio"/>	Nº de vertederos:	1
Disposición:	<input type="radio"/> Lateral <input checked="" type="radio"/> Central <input type="radio"/> Sumergido <input type="radio"/>		
Dimensiones:	Alto:	Ancho:	
Objetivo prioritario de la obra:	<input type="radio"/> Riego <input type="radio"/> Baños <input type="radio"/> Abastecimiento <input checked="" type="radio"/> Otros: Electricidad		
Problemas existentes:	<input checked="" type="radio"/> Colmatación <input type="radio"/> Deterioro del material <input type="radio"/> Descalzamiento		
	<input type="radio"/> Otros:		
Existencia de obra de paso:	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	¿Es funcional?	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Causa de la no funcionalidad:			
Tipo de obra de paso:	<input type="radio"/> Ascensor,teleférico o fonicular <input type="radio"/> Esclusas		
	<input type="radio"/> Río artificial <input type="radio"/> Rampa <input type="radio"/> Prepresas <input checked="" type="radio"/> Escala de artesas		
	<input type="radio"/> Escala ralentizadores <input type="radio"/> Escalas anguileras		
	<input type="radio"/> Otra:		
Croquis			

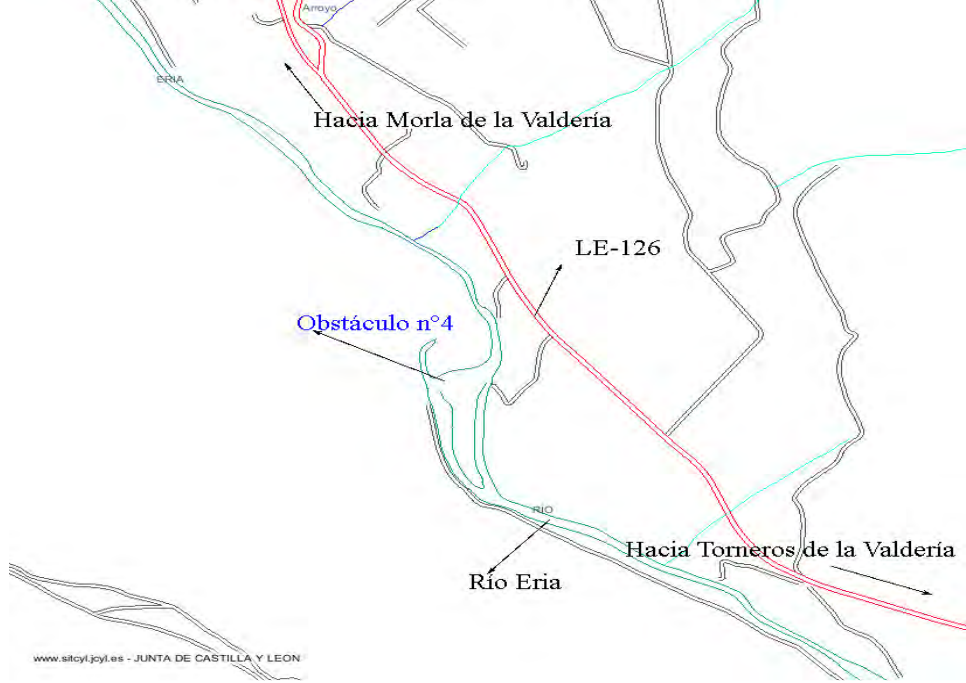


Tabla nº 9.- Ficha de inventario del obstáculo 4

Fotografía



3.4.5. Obstáculo 5: Zona de baño de Manzaneda:

FICHA DE INVENTARIO DE OBSTÁCULOS RÍO ERIA			
Nº Obstáculo:	5	Fecha:	06/01/2008
Situación:	Zona de baño de Manzaneda		
Coordenadas:	X: 721266,8	Y: 4681554,29	Huso: 29
Carácter del obstáculo: Presa		Natural: O	Artificial: ⊗
Disposición:	Transversal: ⊗ Longitudinal: O		
Medidas:	Longitud:	15m	
	Altura coronación:	60 cm	
Estado de conservación:	Muy buena: O Buena: ⊗ Regular: O Mala: O		
Material:	Piedras sueltas		
Titularidad:	Pública: ⊗ Privada: O		
¿Está en uso?	Sí: ⊗ No: O		
Existencia de vertederos:	Sí: O No: ⊗	Nº de vertederos:	
Disposición:	O Lateral O Central O Sumergido O Otra: _____		
Dimensiones:	Alto: _____	Ancho: _____	
Objetivo prioritario de la obra:	O Riego ⊗ Baños O Abastecimiento O Otros: _____		
Problemas existentes:	O Colmatación O Deterioro del material O Descalzamiento		
	⊗ Otros: Caído en algunos trozos		
Existencia de obra de paso:	O Sí ⊗ No	¿Es funcional?	O Sí O No
Causa de la no funcionalidad:			
Tipo de obra de paso:	O Ascensor,teleférico o fonicular O Esclusas		
	O Rio artificial O Rampa O Prepresas O Escala de artesas		
	O Escala ralentizadores O Escalas anguileras		
	O Otra: _____		
Croquis			

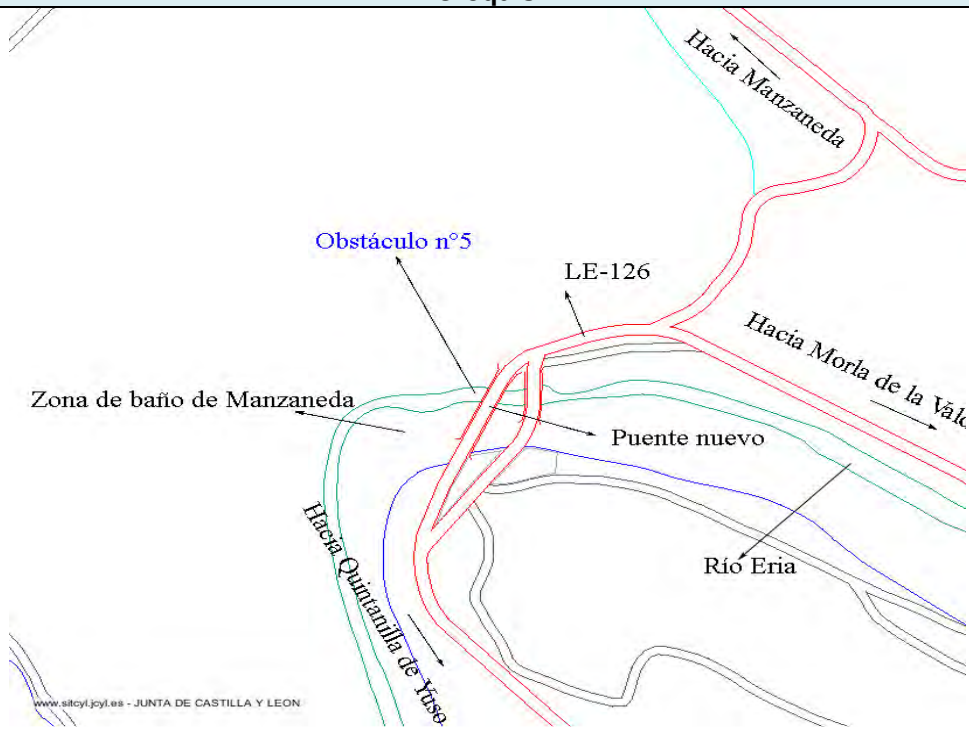
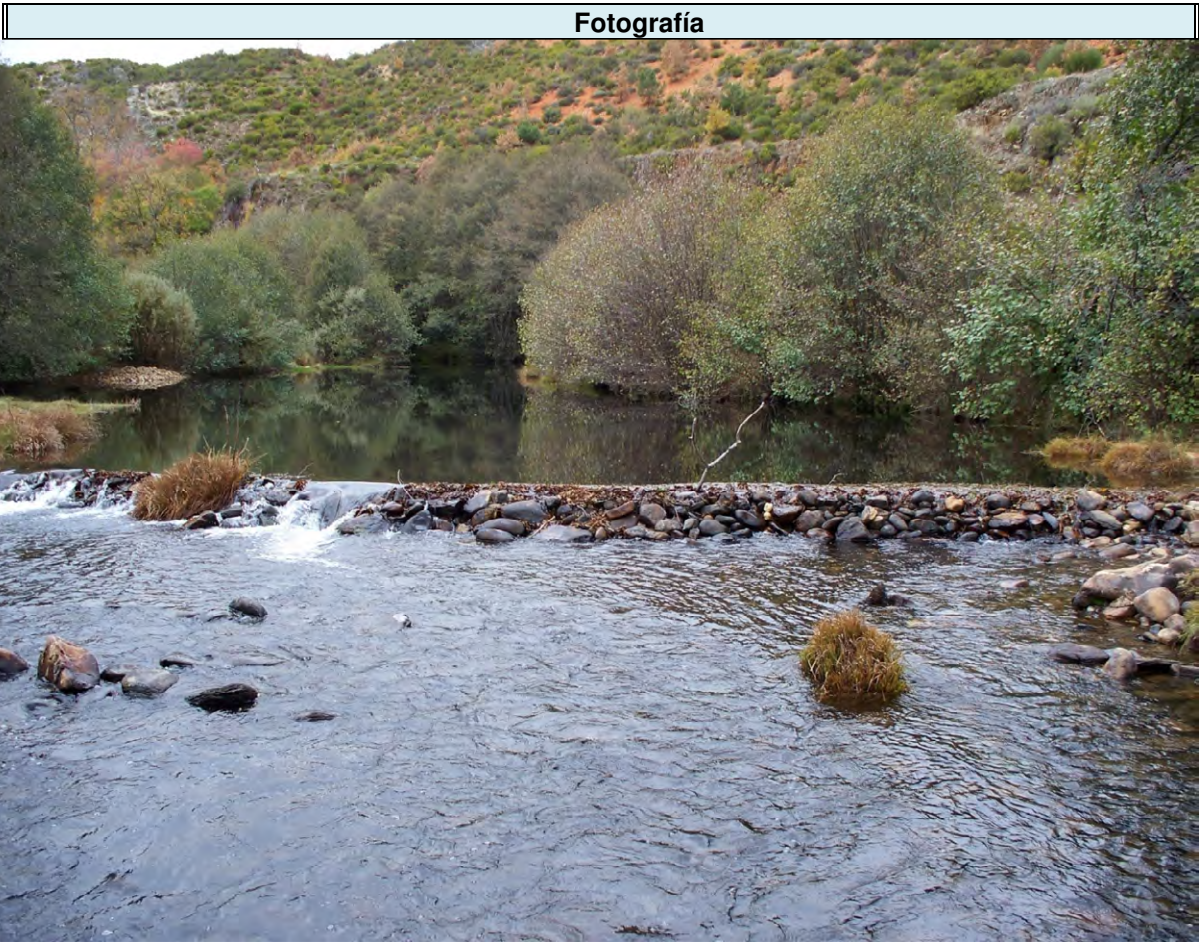


Tabla nº10.- Ficha de inventario del obstáculo 5



3.4.6. Obstáculo 6: Prados de Quintanilla de Yuso:

FICHA DE INVENTARIO DE OBSTÁCULOS RÍO ERIA			
Nº Obstáculo:	6	Fecha:	06/01/2008
Situación:	Prados de Quintanilla de Yuso		
Coordenadas:	X: 718346,34	Y: 4680251,53	Huso: 29
Carácter del obstáculo: Presa		Natural: O	Artificial: <input checked="" type="radio"/>
Disposición:	Transversal: <input checked="" type="radio"/> Longitudinal: O		
Medidas:	Longitud:	9 m	
	Altura coronación:	40 cm	
Estado de conservación:	Muy buena: O Buena: O Regular: O Mala: <input checked="" type="radio"/>		
Material:	Piedras		
Titularidad:	Pública: <input checked="" type="radio"/>		Privada: O
¿Está en uso?	Sí: O No: <input checked="" type="radio"/>		
Existencia de vertederos:	Sí: O No: <input checked="" type="radio"/>	Nº de vertederos:	
Disposición:	O Lateral O Central O Sumergido O Otra: _____		
Dimensiones:	Alto: _____	Ancho: _____	
Objetivo prioritario de la obra:	<input checked="" type="radio"/> Riego O Baños O Abastecimiento O Otros: _____		
Problemas existentes:	O Colmatación O Deterioro del material O Descalzamiento		
	<input checked="" type="radio"/> Otros:Caída de algunos trozos de la misma		
Existencia de obra de paso:	No <input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/>	¿Es funcional?	No <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/>
Causa de la no funcionalidad:			
Tipo de obra de paso:	O Ascensor,teleférico o fonicular		O Esclusas
	O Rio artificial O Rampa O Prepresas		O Escala de artesas
	O Escala ralentizadores		O Escalas anguileras
	O Otra: _____		
Croquis			



Tabla nº11.- Ficha de inventario del obstáculo 6



3.4.7. Obstáculo 7: Quintanilla de Yuso:

FICHA DE INVENTARIO DE OBSTÁCULOS RÍO ERIA			
Nº Obstáculo:	7	Fecha:	20/03/2008
Situación:	Pueblo de Quintanilla de yuso		
Coordenadas:	X: 716178,58 29	Y: 4679993,65	Huso:
Carácter del obstáculo: Presa		Natural: <input type="radio"/>	Artificial: <input checked="" type="radio"/>
Disposición:	Transversal: <input checked="" type="radio"/> Longitudinal: <input type="radio"/>		
Medidas:	Longitud:	12 metros	
	Altura coronación:	80 centímetros	
Estado de conservación:	Muy buena: <input type="radio"/> Buena: <input type="radio"/> Regular: <input type="radio"/> Mala: <input checked="" type="radio"/>		
Material:	Piedras, ramas, plásticos, "colchones"		
Titularidad:	Pública: <input checked="" type="radio"/> Privada: <input type="radio"/>		
¿Está en uso?	Sí: <input checked="" type="radio"/> No: <input type="radio"/>		
Existencia de vertederos:	Sí: <input type="radio"/> No: <input checked="" type="radio"/>	Nº de vertederos:	
Disposición:	O Lateral <input type="radio"/> O Central <input type="radio"/> O Sumergido <input type="radio"/> O Otra: _____		
Dimensiones:	Alto: _____ Ancho: _____		
Objetivo prioritario de la obra:	<input checked="" type="radio"/> Riego <input type="radio"/> Baños <input type="radio"/> Abastecimiento <input type="radio"/> Otros: _____		
Problemas existentes:	<input type="radio"/> Colmatación <input checked="" type="radio"/> Deterioro del material <input type="radio"/> Descalzamiento		
	Otros: _____		
Existencia de obra de paso:	No <input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/>	¿Es funcional?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No
Causa de la no funcionalidad:	_____		
Tipo de obra de paso:	<input type="radio"/> Ascensor, teleférico o fonicular <input type="radio"/> Esclusas		
	<input type="radio"/> Rio artificial <input type="radio"/> Rampa <input type="radio"/> Prepresas <input type="radio"/> Escala de artesas		
	<input type="radio"/> Escala ralentizadores <input type="radio"/> Escalas anguileras <input type="radio"/>		
	Otra: _____		

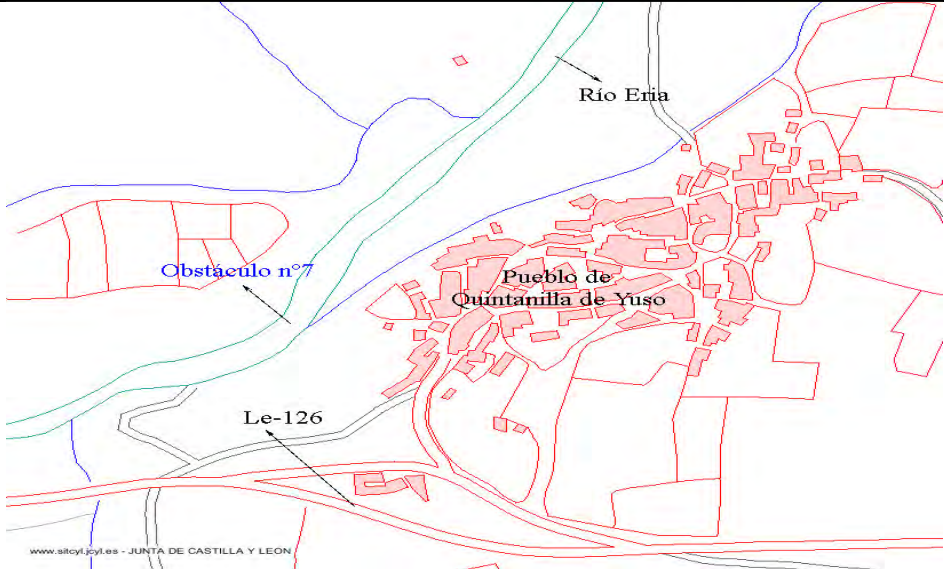
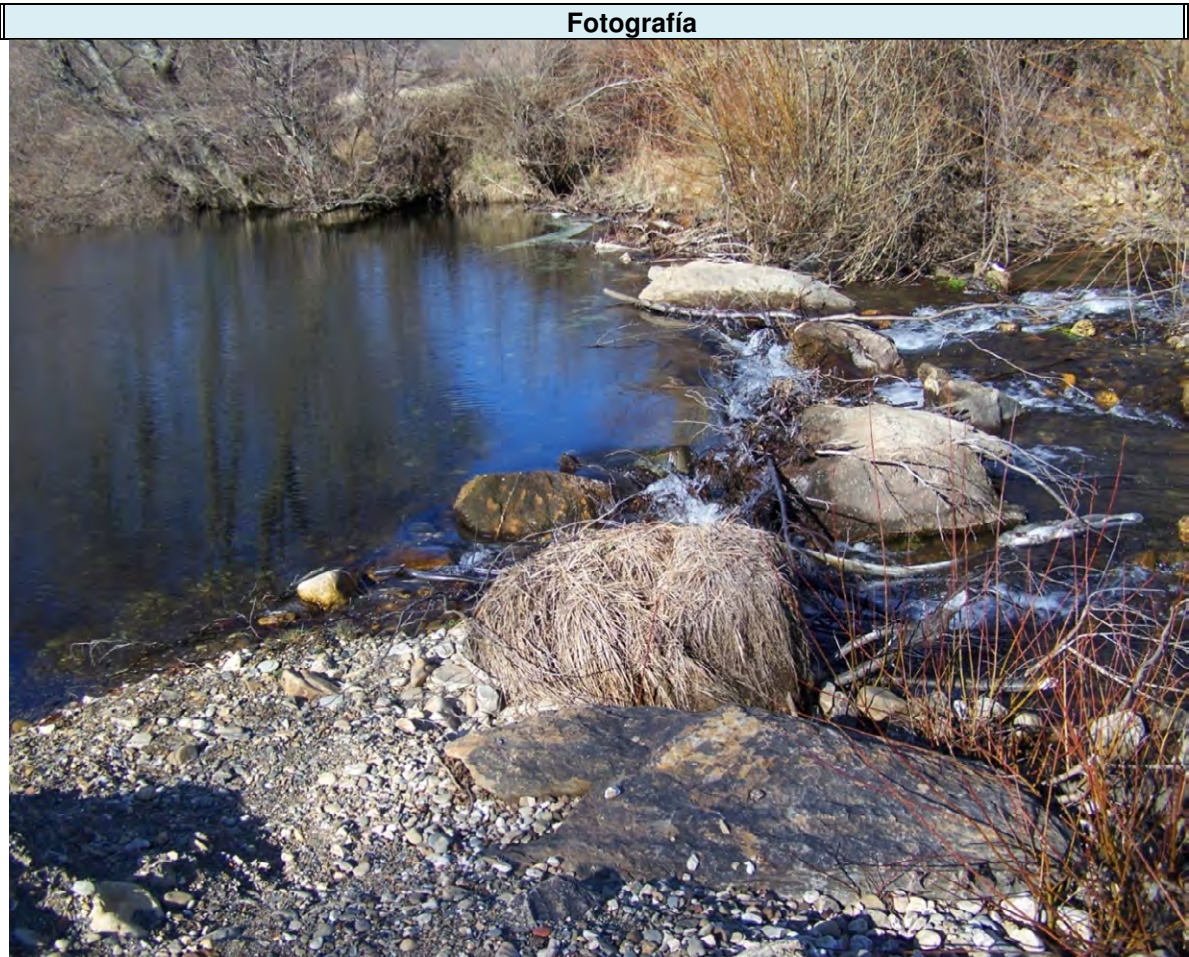
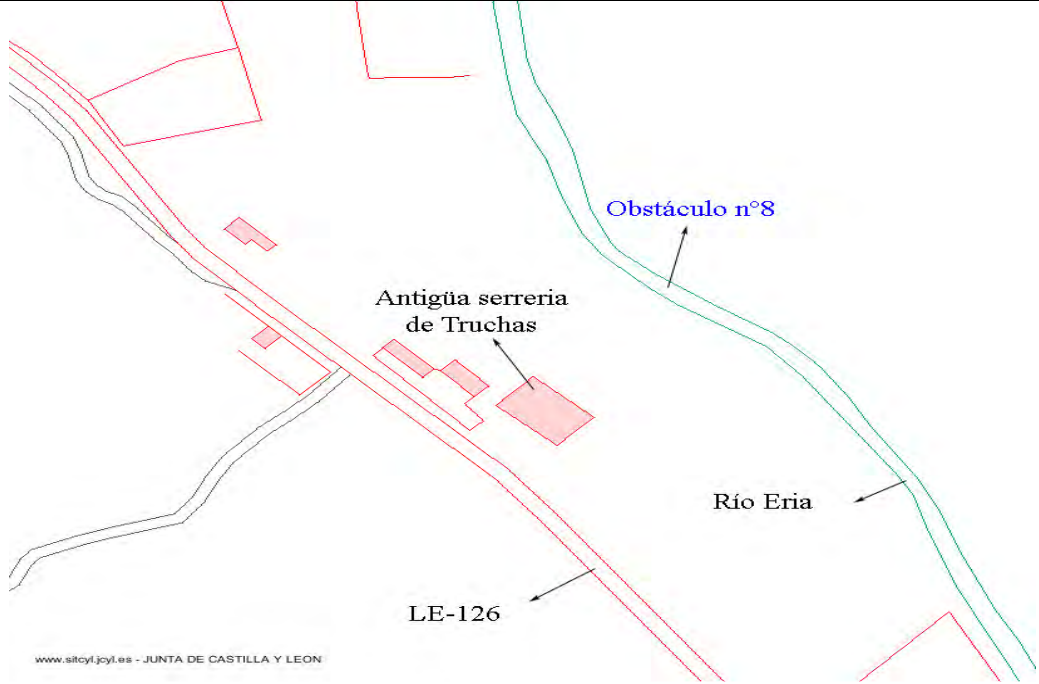


Tabla nº 12.- Ficha de inventario obstáculo 7

3.4.8. Obstáculo 8: Serrería de Truchas:

FICHA DE INVENTARIO DE OBSTÁCULOS RÍO ERIA			
Nº Obstáculo:	8	Fecha:	20/03/2008
Situación:	Serrería de Truchas		
Coordenadas:	X: 712509,76	Y: 4681432,61	Huso: 29
Carácter del obstáculo: Salto		Natural: O	Artificial: ☒
Disposición:	Transversal: ☒ Longitudinal: ☒		
Medidas:	Longitud:	5 m	
	Altura coronación:	30cm	
Estado de conservación:	Muy buena: O Buena: ☒ Regular: O Mala: O		
Material:	Hormigón		
Titularidad:	Pública: O		Privada: ☒
¿Está en uso?	Sí: O No: ☒		
Existencia de vertederos:	Sí: O No: ☒	Nº de vertederos:	
Disposición:	O Lateral O Central O Sumergido O Otra: _____		
Dimensiones:	Alto: _____ Ancho: _____		
Objetivo prioritario de la obra:	O Riego O Baños ⊕ Abastecimiento O Otros: _____		
Problemas existentes:	O Colmatación ⊕ Deterioro del material O Descalzamiento		
	O Otros: _____		
Existencia de obra de paso:	No O Sí ☒	¿Es funcional?	No O Sí O
Causa de la no funcionalidad:			
Tipo de obra de paso:	O Ascensor,teleférico o fonicular O Esclusas		
	O Río artificial O Rampa O Prepresas O Escala de artesas		
	O Escala ralentizadores O Escalas anguileras		
	O Otra: _____		
Croquis			



www.silcyl.jcyl.es - JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN

Tabla nº13.- Ficha de inventario del obstáculo 8



3.4.9. Obstáculo 9: Presa en Truchas.

FICHA DE INVENTARIO DE OBSTÁCULOS RÍO ERIA			
Nº Obstáculo:	9	Fecha:	20/03/2008
Situación:	En el término de Truchas		
Coordenadas:	X: 711573,92	Y:4682256,43	Huso: 29
Carácter del obstáculo: presa		Natural: <input type="radio"/>	Artificial: <input checked="" type="radio"/>
Disposición:	Transversal: <input checked="" type="radio"/> Longitudinal: <input type="radio"/>		
Medidas:	Longitud:	16 m	
	Altura coronación:	1,70 m	
Estado de conservación:	Muy buena: <input type="radio"/> Buena: <input type="radio"/> Regular: <input type="radio"/> Mala: <input checked="" type="radio"/>		
Material:	Hormigón y piedra		
Titularidad:	Pública: <input checked="" type="radio"/> Privada: <input type="radio"/>		
¿Está en uso?	Sí: <input type="radio"/> No: <input checked="" type="radio"/>		
Existencia de vertederos:	Sí: <input type="radio"/> No: <input checked="" type="radio"/>	Nº de vertederos:	
Disposición:	O Lateral <input type="radio"/> O Central <input type="radio"/> O Sumergido <input type="radio"/>		
Dimensiones:	Alto: Ancho:		
Objetivo prioritario de la obra:	<input checked="" type="radio"/> Riego <input type="radio"/> Baños <input type="radio"/> Abastecimiento <input checked="" type="radio"/> Otros:molino		
Problemas existentes:	<input type="radio"/> Colmatación <input checked="" type="radio"/> Deterioro del material <input type="radio"/> Descalzamiento		
	<input checked="" type="radio"/> Otros:roturas		
Existencia de obra de paso:	No <input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/>	¿Es funcional?	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Causa de la no funcionalidad:			
Tipo de obra de paso:	<input type="radio"/> Ascensor,teleférico o fonicular <input type="radio"/> Esclusas		
	<input type="radio"/> Río artificial <input type="radio"/> Rampa <input type="radio"/> Prepresas <input type="radio"/> Escala de artesas		
	<input type="radio"/> Escala ralentizadores <input type="radio"/> Escalas anguileras		
	<input type="radio"/> Otra:		

Croquis

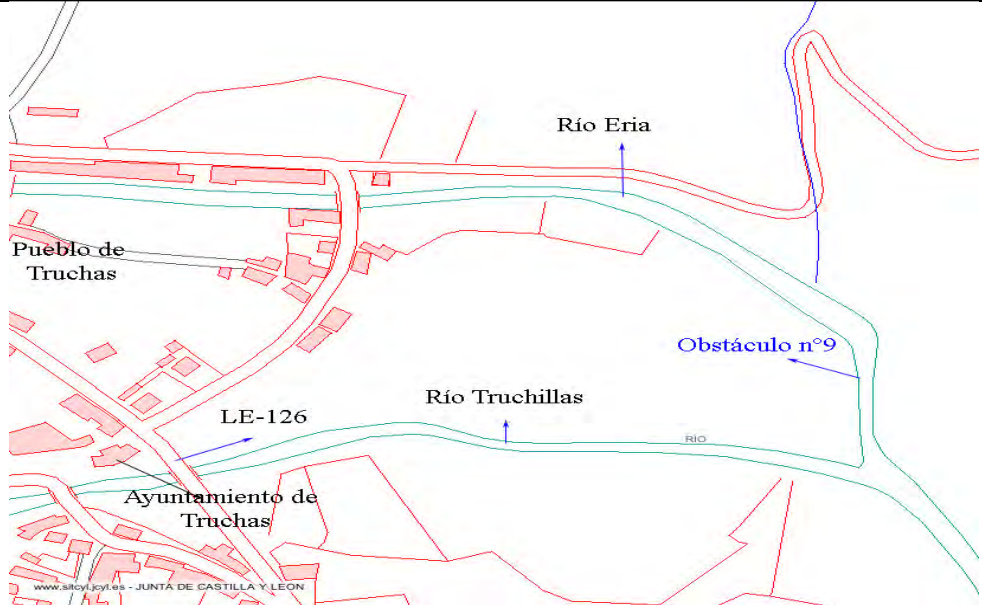
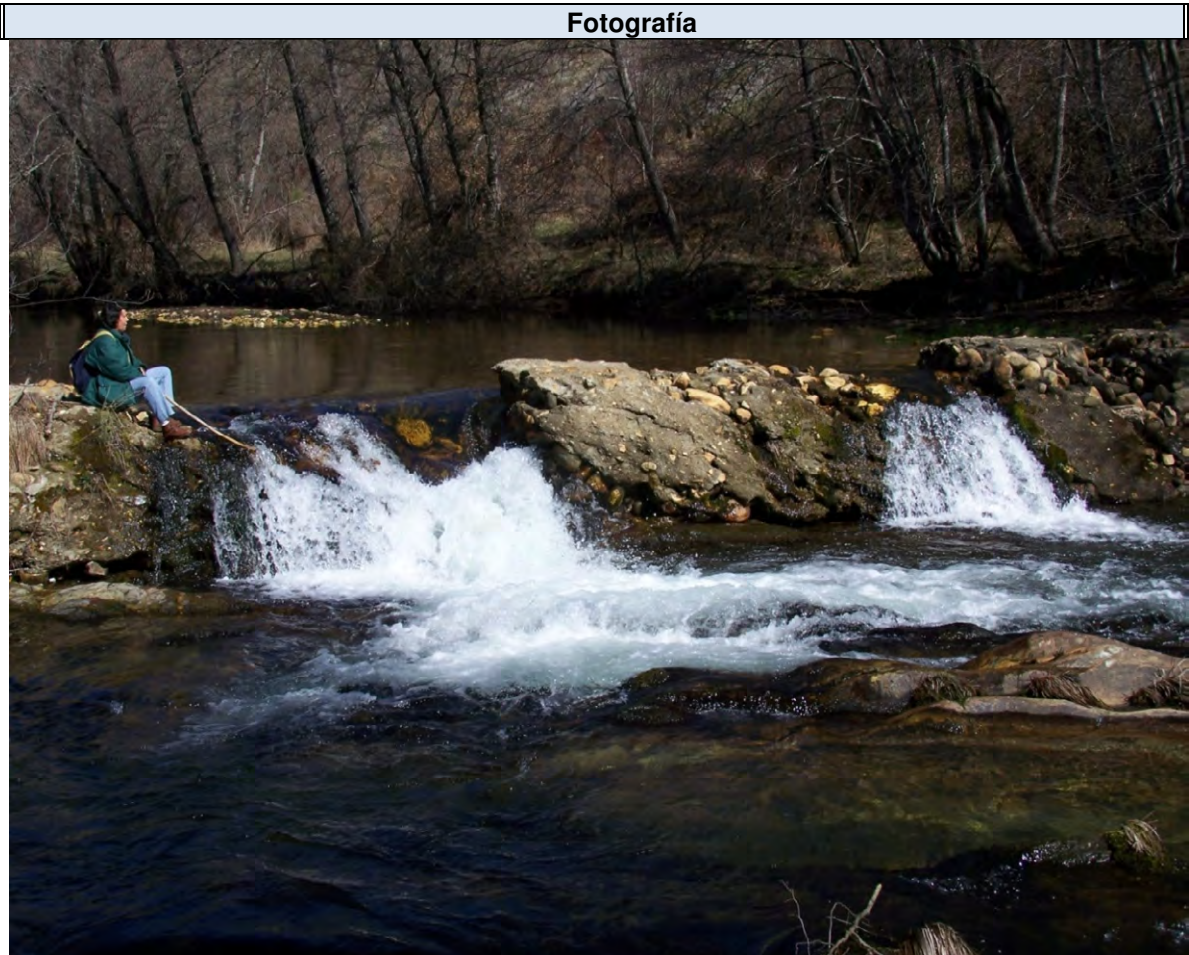


Tabla nº14.- Ficha de inventario del obstáculo 9



3.4.10. Obstáculo 10: Presa Truchas-Baillo:

FICHA DE INVENTARIO DE OBSTÁCULOS RÍO ERIA			
Nº Obstáculo:	10	Fecha:	20/03/2008
Situación:	Entre los pueblos de Truchas y Baillo		
Coordenadas:	X:709466,14	Y: 4683368,51	Huso: 29
Carácter del obstáculo: Presa		Natural: <input type="radio"/>	Artificial: <input checked="" type="radio"/>
Disposición:	Transversal: <input checked="" type="radio"/> Longitudinal: <input type="radio"/>		
Medidas:	Longitud:	8 m	
	Altura coronación:	2 m	
Estado de conservación:	Muy buena: <input type="radio"/> Buena: <input type="radio"/> Regular: <input type="radio"/> Mala: <input checked="" type="radio"/>		
Material:	Hormigón y piedras		
Titularidad:	Pública: <input checked="" type="radio"/> Privada: <input type="radio"/>		
¿Está en uso?	Sí: <input checked="" type="radio"/> No: <input type="radio"/>		
Existencia de vertederos:	Sí: <input type="radio"/> No: <input checked="" type="radio"/>	Nº de vertederos:	
Disposición:	<input type="radio"/> Lateral <input type="radio"/> Central <input type="radio"/> Sumergido <input type="radio"/>		
Dimensiones:	Alto:	Ancho:	
Objetivo prioritario de la obra:	<input checked="" type="radio"/> Riego <input type="radio"/> Baños <input type="radio"/> Abastecimiento <input type="radio"/>		
	Otros: _____		
Problemas existentes:	<input checked="" type="radio"/> Colmatación <input checked="" type="radio"/> Deterioro del material <input type="radio"/> Descalzamiento		
	<input checked="" type="radio"/> Otros:Atrancos		
Existencia de obra de paso:	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	¿Es funcional?	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No
Causa de la no funcionalidad:	Atascos		
Tipo de obra de paso:	<input type="radio"/> Ascensor,teleférico o fonicular <input type="radio"/> Esclusas		
	<input checked="" type="radio"/> Río artificial <input type="radio"/> Rampa <input type="radio"/> Prepresas <input type="radio"/> Escala de artesas		
	<input type="radio"/> Escala ralentizadores <input type="radio"/> Escalas anguileras		
	<input type="radio"/> Otra: _____		
Croquis			

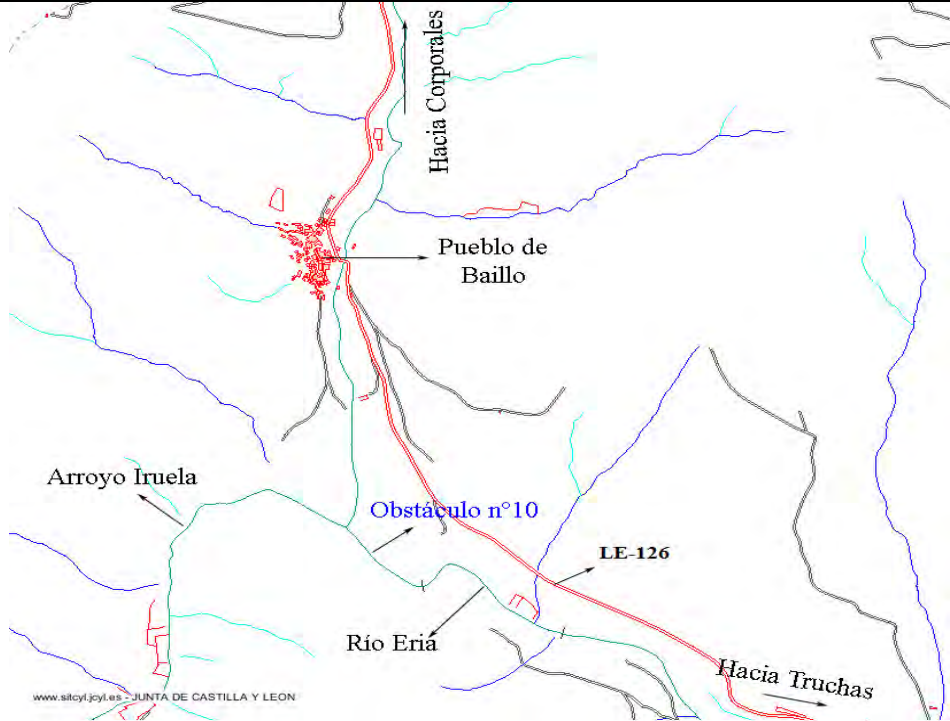
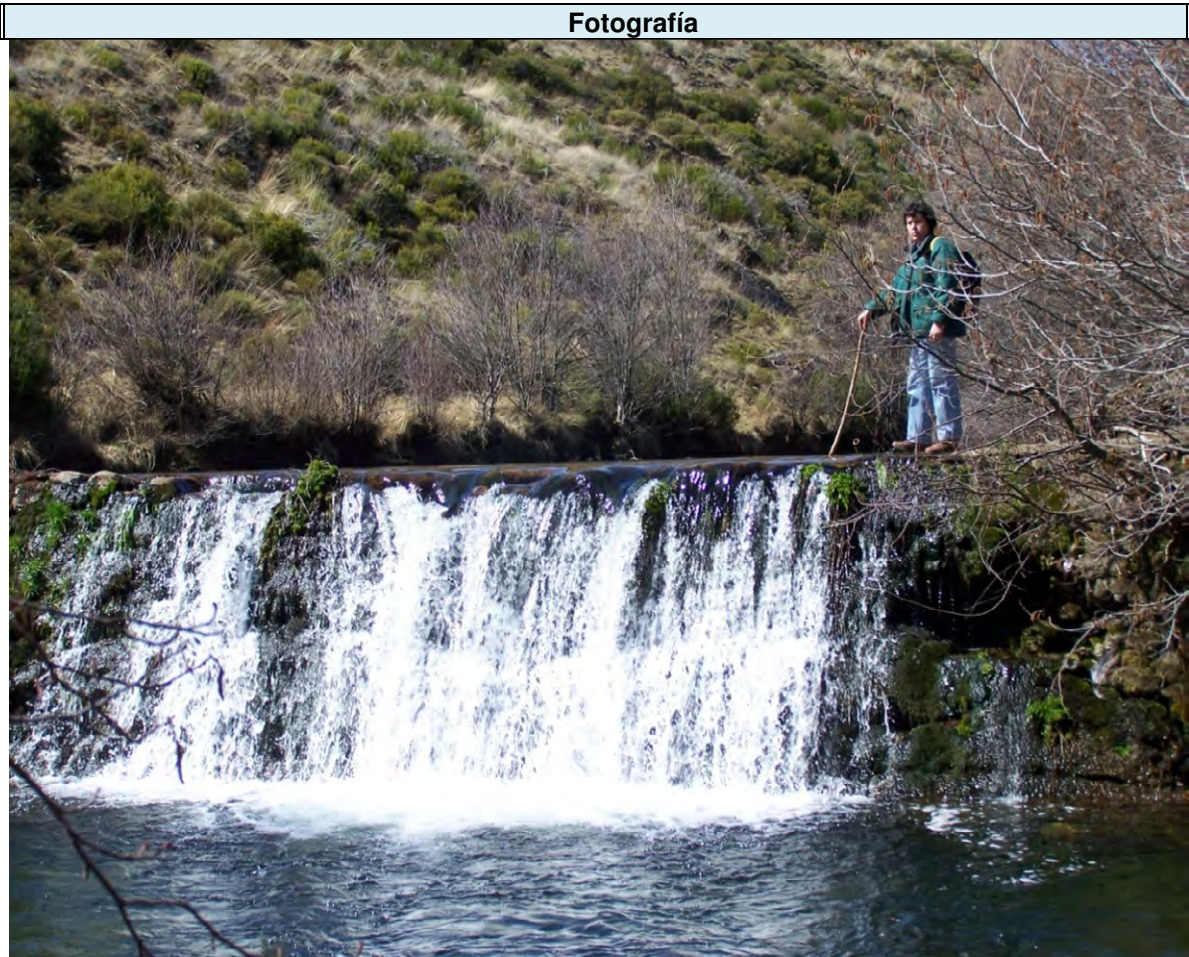


Tabla nº15.-Ficha de inventario del obstáculo 10



3.4.11. Obstáculo 11: Presa Truchas- Baillo 2:

FICHA DE INVENTARIO DE OBSTÁCULOS RÍO ERIA			
Nº Obstáculo:	11	Fecha:	20/03/2008
Situación:	Entre los pueblos de Truchas y Baillo		
Coordenadas:	X: 709490,1	Y: 4683594,52	Huso:29
Carácter del obstáculo: Presa		Natural: O	Artificial: <input checked="" type="checkbox"/>
Disposición:	Transversal: <input checked="" type="checkbox"/> Longitudinal: O		
Medidas:	Longitud:	6 m	
	Altura coronación:	30-40 cm	
Estado de conservación:	Muy buena: O Buena: O Regular: <input checked="" type="checkbox"/> Mala: O		
Material:	Troncos, ramas, piedras		
Titularidad:	Pública: <input checked="" type="checkbox"/>		Privada: O
¿Está en uso?	Sí: <input checked="" type="checkbox"/> No: O		
Existencia de vertederos:	Sí: O No: <input checked="" type="checkbox"/>	Nº de vertederos:	
Disposición:	O Lateral O Central O Sumergido O Otra: _____		
Dimensiones:	Alto: _____	Ancho: _____	
Objetivo prioritario de la obra:	<input checked="" type="checkbox"/> Riego O Baños O Abastecimiento O Otros: _____		
Problemas existentes:	<input checked="" type="checkbox"/> Colmatación <input checked="" type="checkbox"/> Deterioro del material O Descalzamiento		
	O Otros: _____		
Existencia de obra de paso:	O Sí <input checked="" type="checkbox"/> No	¿Es funcional?	O Sí <input type="checkbox"/> No
Causa de la no funcionalidad:			
Tipo de obra de paso:	O Ascensor,teleférico o fonicular O Esclusas		
	O Río artificial O Rampa O Prepresas O Escala de artesas		
	O Escala ralentizadores O Escalas anguileras		
	O Otra: _____		
Croquis			

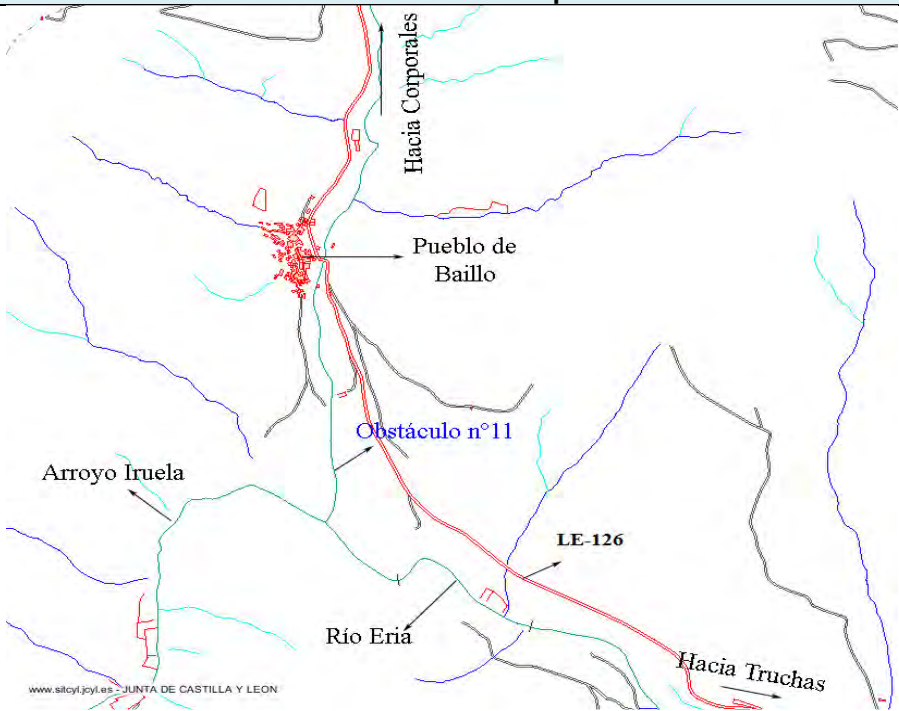
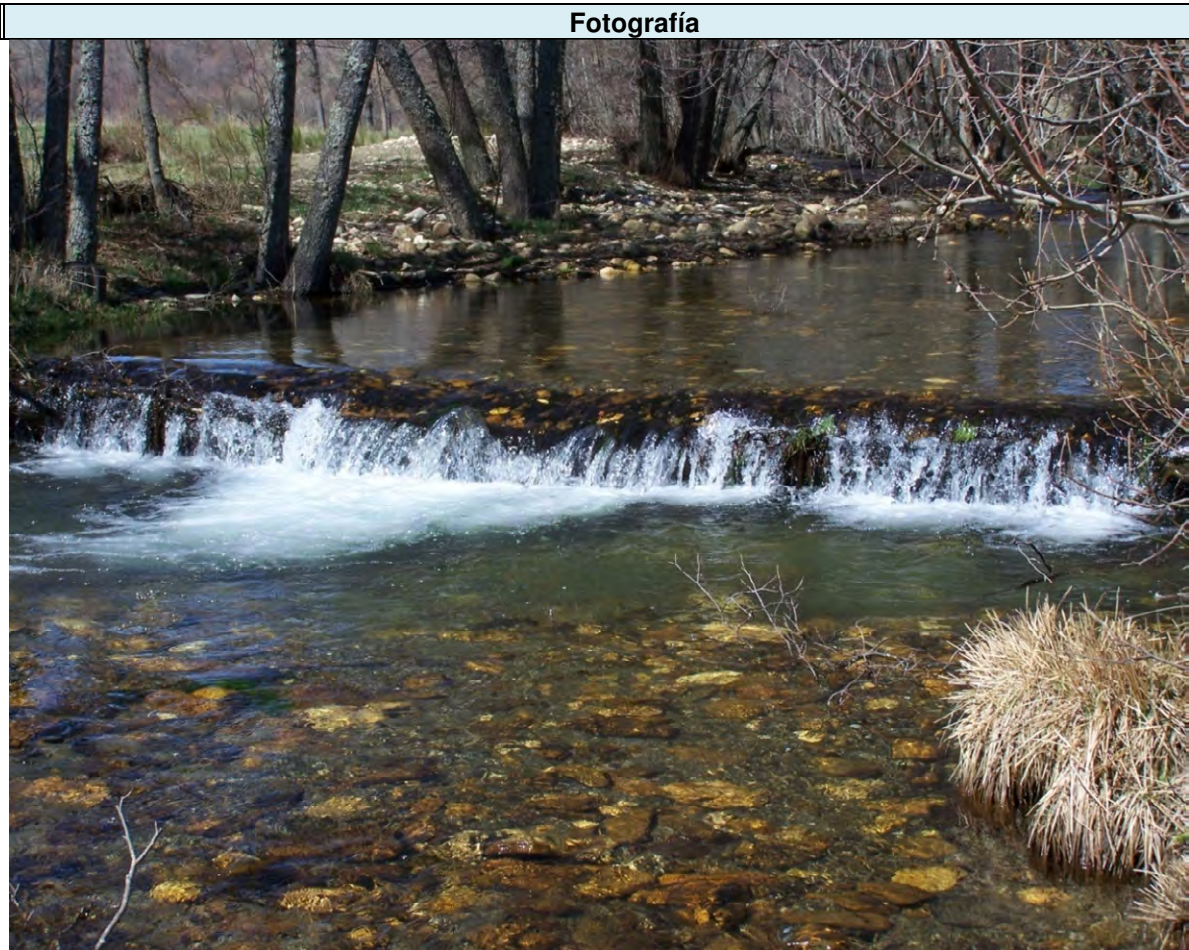


Tabla nº16.-Ficha de inventario del obstáculo 11



3.5. Tabla resumen

TABLA RESUMEN DE OBSTÁCULOS Y ACCIONES	
Obstáculo	Actuaciones propuestas
Nº 1- La Fervienza	Sin actuación en el obstáculo
Nº2- Por encima del puente de La Fervienza	Sin actuación en el obstáculo
Nº3- Morla de la Valderia, pozo antigua	Sin actuación en el obstáculo
Nº4- Presa de Morla de la Valderia	Sin actuación en el obstáculo
Nº5- Zona de baño de Manzaneda	Creación de un nuevo azud con compuertas
Nº6- Prados de Quintanilla de Yuso	Demolición del obstáculo
Nº7- Pueblo de Quintanilla de Yuso	Creación de un nuevo azud con obra de paso
Nº8- Serreria de Truchas	Demolición del obstáculo
Nº9- Presa de Truchas	Demolición del obstáculo
Nº10- Presas de Truchas-Baillo	Limpieza de la obra de paso existente
Nº11- Truchas-Baillo2	Demolición del obstáculo

Tabla nº17.-Tabla resumen de actuaciones en obstáculos

3.6. Plano de la zona inventariada.

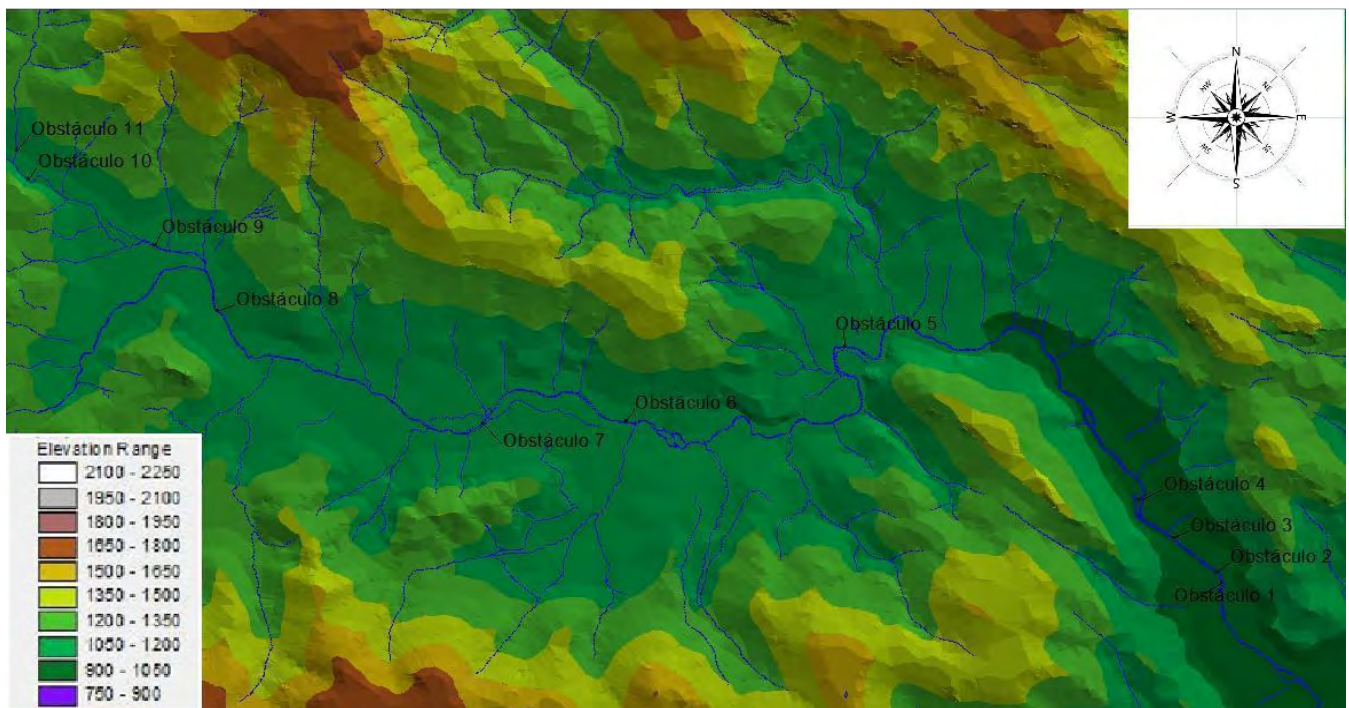


Figura nº5- Plano de la zona inventariada

3.7. Resumen de los obstáculos:

Las diferentes características de cada obstáculo nos obligan a realizar un resumen para cada uno de ellos, así:

3.7.1. Obstáculo nº 1-La Fervienza

Se trata de un salto natural, situado en las coordenadas: X: 726857,1 Y:4678546,3 Huso: 29, en el término municipal de Torneros de la Valdería. Al ser carácter natural no tiene función que

desempeñar. También carece de obra de paso. Es importante también destacar aquí la trascendencia del lugar en que se encuentra este obstáculo, puesto que está inmerso en una zona de baño de gran afluencia en el lugar, debido en parte a la existencia de este salto. En épocas veraniegas, es normal ver a numerosos bañistas de diferentes lugares de la región disfrutando del baño en estas aguas, relajándose sentados bajo el salto de agua existente. También es un lugar sensible a cualquier actuación que pueda dañar el paisaje puesto que es un lugar muy visible, el mero tránsito por la carretera local (LE-126) permite ver la zona con total claridad y una buena panorámica.

Para este obstáculo no se opta por ninguna medida debido a su carácter natural.

3.7.2. Obstáculo nº2-Por encima del puente de La Fervienza

Es éste un obstáculo de carácter natural, localizado en el término municipal de Torneros de la Valdería, en las coordenadas: X: 726816,47 Y: 4678609,9 Huso: 29. Carece de función propia a desempeñar así como de obra de paso para la ictiofauna. Cabe destacar la sensibilidad paisajística del lugar, visible desde la carretera local (LE-126).

No se propone ninguna medida para este obstáculo.

3.7.3. Obstáculo nº3- Morla de la Valdería, pozo antigua

Este salto natural se encuentra en el Término de Morla de la Valdería, en las coordenadas: X: 726091,26 Y: 4679086,12 Huso: 29. Carece de obra de paso alguna y función determinada.

No se propone actuación alguna por el carácter natural de este obstáculo.

3.7.4. Obstáculo nº4- Presa de Morla de la Valdería

Este obstáculo de carácter artificial, situado en el término municipal de Morla de la Valdería, en las coordenadas: X: 725650,14 Y: 4679630,21 Huso: 29, cumple la función de desviar agua hacia una central hidroeléctrica próxima, la cual proporciona electricidad a los pueblos del lugar. Su estado de conservación es bueno, aunque presente problemas de colmatación, esto no impide la realización de su función. Además, presenta una escala de artesas para el paso de los peces, la cual esta funcional.

En este caso en particular no se proponen medidas de actuación alguna, a excepción de revisar el estado de la artesa periódicamente por si fuese necesario algún tipo de mantenimiento por obstrucciones u otros.

3.7.5. Obstáculo nº5- Zona de baño de Manzaneda

Este azud de carácter artificial se sitúa en el término de Manzaneda, en las coordenadas: X: 721266,8 Y: 4681554,29 Huso: 29, logrando crear una zona de baño visible desde la carretera local (LE-126). Su estado de conservación no es bueno, teniendo problemas de caídas en algunos tramos del paramento de la misma, lo cual actúa de zona de paso para la ictiofauna.

Se aconseja la sustitución del obstáculo por un azud de nueva construcción, resolviendo así los problemas de roturas del actual y mejorando la zona de baño, reduciendo el mantenimiento del azud (el actual se repara anual). Este nuevo azud deberá ir acompañado de un dispositivo de paso para la fauna acuática, optándose debido a su baja altura de coronación por la instalación de una compuerta.

3.7.6. Obstáculo nº6- Prados de Quintanilla de Yuso.

Este obstáculo artificial de tipo azud, situado en el término municipal de Quintanilla de Yuso, con coordenadas: X: 718346,34 Y: 4680251,53 Huso: 29, cumplía la función de almacenar agua para riego de los prados lindantes, los cuales se aprovechaban para alimento del ganado. Su estado de conservación actual es malo, con roturas de algunos tramos del paramento. Además no tiene ningún tipo de obra de paso.

Este azud debe ser demolido en su totalidad por la falta de funcionalidad, eliminando así totalmente el efecto barrera creado.

3.7.7. Obstáculo nº7- Pueblo de Quintanilla de Yuso.

Este azud se sitúa próximo al pueblo de Quintanilla de Yuso, en las coordenadas: X: 716178,58 Y: 4679993,65 Huso: 29. Su función principal es la de desviar agua para el riego de huertas y prados, función que sigue desempeñando actualmente. En cuanto a su estado de conservación, se aprecian problemas de deterioro del material en ella. Además, no cuenta con ningún tipo de obra de paso de la ictiofauna.

Se deberá en este caso de destruir el actual azud y sustituirlo por otro de nueva construcción que mejore las prestaciones de la existente y minimice el caudal extraído del río. Esta obra deberá tener obra de paso para la fauna acuática para disminuir el efecto barrera creado por la misma.

3.7.8. Obstáculo nº8- Serrería de Truchas

Esta barrera artificial de tipo azud se sitúa en el pueblo de Truchas, el cual es un ayuntamiento de la comarca de la Cabrera, en las coordenadas: X: 712509,76 Y: 4681432,61 Huso: 29. La función principal para la que se construyó fue la de desviar agua hacia una serrería cercana, para facilitar la energía necesaria para el funcionamiento de los distintos aperos. Actualmente esta serrería se encuentra abandonada. Su estado de conservación es bueno en la actualidad. El azud, a su vez, no cuenta con ningún dispositivo de paso para la ictiofauna.

La actuación a realizar en este obstáculo es la demolición del mismo por la pérdida de la función por la cual fue creado, que hace innecesaria su presencia en el río.

3.7.9. Obstáculo nº9- Presa de Truchas

Es este un obstáculo artificial, construido próximo al pueblo de Truchas, en las coordenadas: X: 711573,92 Y: 4682256,43 Huso: 29. Las funciones que desarrolla este azud son dos: por un lado, abastece de agua un molino cercano para la energía que necesita en su funcionamiento, por otro abastece de agua de riego a los prados y huertas cercanos. Ambas funciones ya no se llevan a cabo en la actualidad por el abandono de las labores del campo, que hace que no sea necesaria tanta agua para el cultivo y que el molino no tenga que moler. Este azud cuenta con problemas de roturas en su paramento y deterioro del material. Además no tiene obra de paso para facilitar el movimiento de las poblaciones piscícolas por el río.

Así, se deberá destruir el obstáculo, puesto que en la actualidad carece de función alguna a desarrollar, siendo inútil su mantenimiento en el río.

3.7.10. Obstáculo nº10- Presa Truchas-Baillo

Es este un azud de construcción artificial localizado entre los pueblos de Truchas y Baillo, en las coordenadas: X:709466,14 Y: 4683368,51 Huso: 29. Su construcción obedecía principalmente a abastecer de agua de riego a los prados próximos, los cuales algunos todavía se encuentran en producción de pasto para su posterior aprovechamiento ganadero. Este azud tiene problemas de deterioro del material. Es, además, el único obstáculo encontrado en el tramo de río estudiado junto con el obstáculo 4 que cuenta con una obra de paso, aunque ésta se encuentra atascada por maleza, piedras, etc.

Debido a que todavía mantiene el desarrollo de la función para la que fue creado, y que cuenta con obra de paso, se deberá tan sólo realizar una limpieza de la obra de paso para que vuelva a ser operativa y realizar una vigilancia de que no vuelva a saturarse, realizando posteriores limpiezas si fuese necesario.

3.7.11. Obstáculo nº11- Truchas-Baillo 2

Es éste un caso de un azud artificial que supone una barrera para el paso de la ictiofauna. Situado en las coordenadas: X: 709490,1 Y: 4683594,52 Huso:29, entre los pueblos de Truchas y Baillo. El único objetivo de este azud era el de abastecer de agua de riego los prados adyacentes. Este objetivo carece de vigencia en los días de hoy, y los vecinos han dejado de realizar un mantenimiento periódico del azud. En la actualidad presenta problemas de colmatación y deterioro del material. Este azud carece de obra de paso.

Se deberá por tanto realizar la demolición del obstáculo debido a la falta de una función a cumplir por el mismo, eliminando así la barrera que supone su presencia para las poblaciones piscícolas.

4. Estudio de las obras transversales propuestas.

4.1. Objetivos.

Las obras transversales propuestas deben ser diseñadas para lograr la adecuada alimentación de las redes locales de distribución de agua de riego, obstáculo 7, o para la creación de una zona de baño, obstáculo 5. Todos estos azudes de nueva construcción además de cumplir su función principal deben también garantizar la adecuada transitabilidad de la ictiofauna por el río, para lo cual se les dotará con las medidas pertinentes en cada caso.

4.2. Emplazamientos

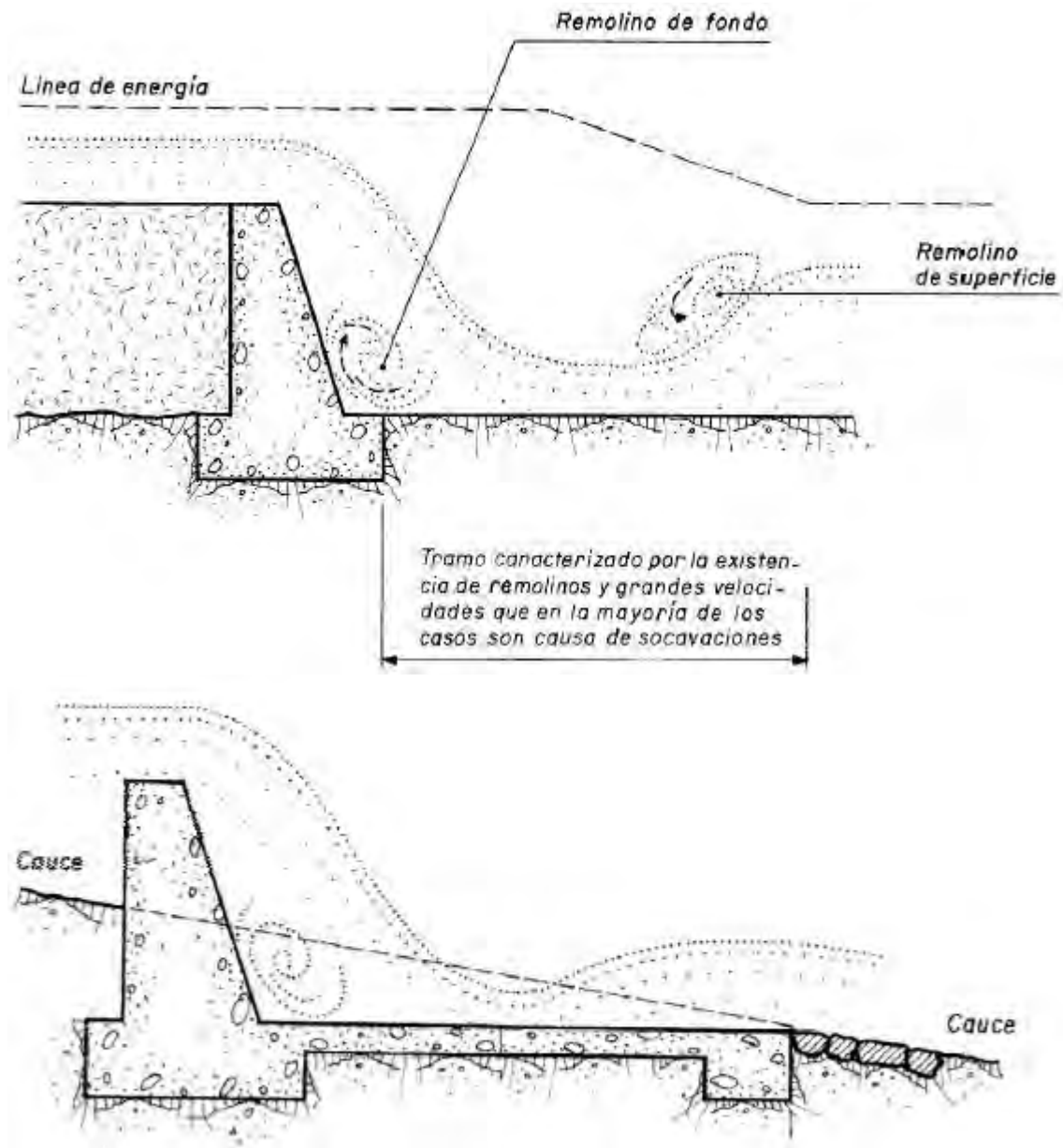
Con la finalidad de disminuir el volumen de obra, en el azud propuesto para el obstáculo 7, se cambiará su emplazamiento actual. Para la creación del azud del obstáculo 5, se mantendrá su emplazamiento original, puesto que existe ya una infraestructura en la zona (zonas ajardinadas, merenderos, mejoras en los accesos, etc) que carecerían de utilidad al cambiar el emplazamiento del azud.

4.3. Elección del tipo de fábrica.

Para estas obras transversales pueden utilizarse todo tipo de estructuras y materiales propios del diseño de pequeñas presas, sin que pueda establecerse ninguna regla fija, pues se determinará en cada caso el tipo y materiales más convenientes y económicos, teniendo en este sentido importancia considerar que se trata de obras de pequeña envergadura.

Por eso, son normales y recomendables, estructuras con pocas exigencias de resistencia y calidad de los materiales, de diseño sencillo y fácil ejecución, de tipo de gravedad y planta recta, con fábrica de hormigón o ciclópea, de mampostería hidráulica o gavionada, sin vertedero, de modo que el exceso de caudal fluya por encima del azud, y de cuyo impacto se protege el lecho, mediante la construcción de un simple zampeado o dissipador de energía.

Muestra de distintos zampeados y dissipadores de energía



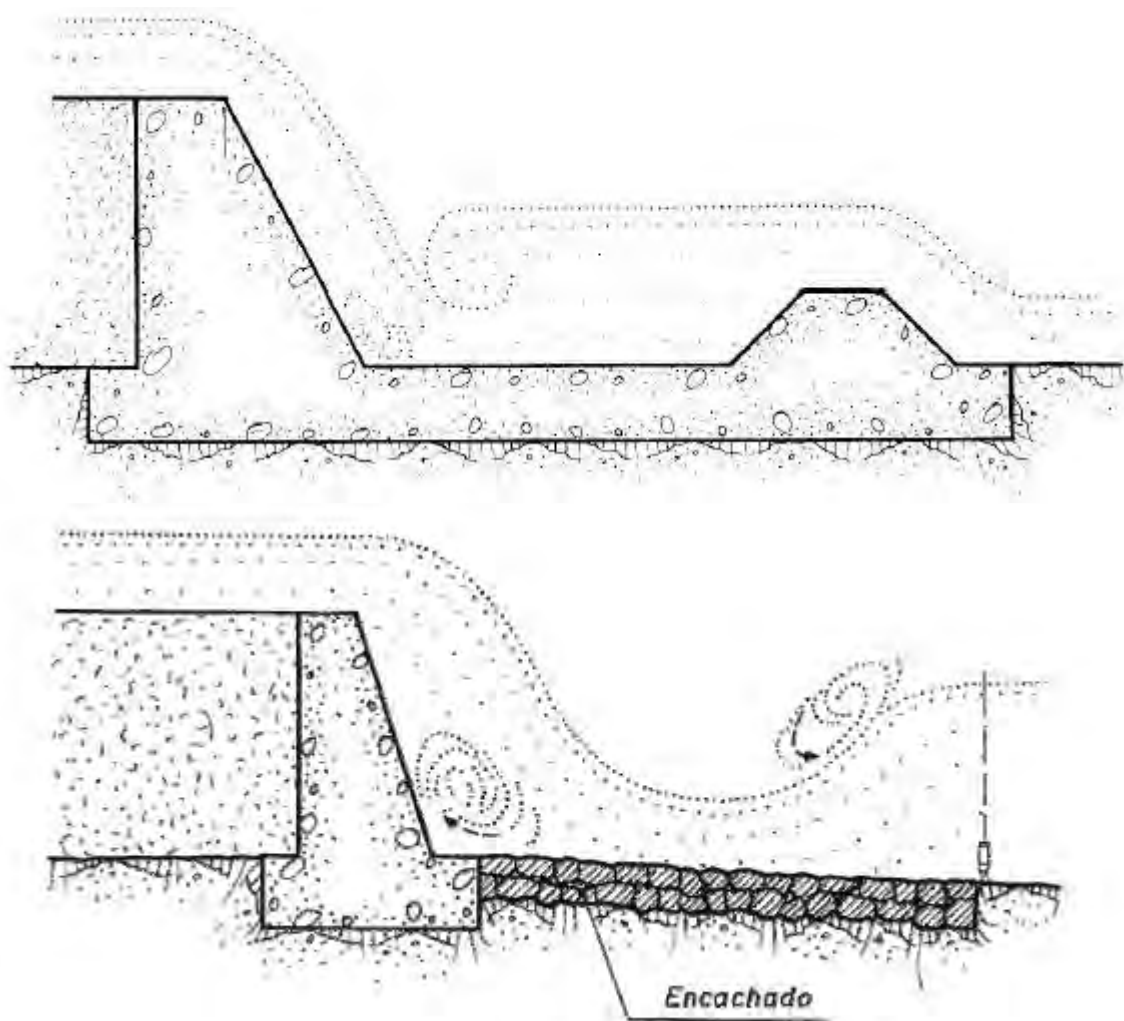


Figura n°6- Distintos zampeados y disipadores de energía

En cuanto a la elección del tipo de estructura es evidente que la evaluación económica está siempre presente en todo proyecto de azudes o diques, y no se agota ni con la elección del tipo de estructura, ni con su dimensionamiento correcto, he implica otras consideración, vida útil de la obra, mantenimiento, maquinaria y mano de obra disponible, control de la construcción, etc. Estos criterios que deben considerarse de manera integral en la elección del tipo de fábrica, son los establecidos en el convenio de Viena, mostrándose en el siguiente cuadro.

Criterios	H° y M.H.	M. G.	Tierra	Escollera	H.A.	Elementos prefabricados
Vida útil	O.B	D	D	D	O	B
Mantenimiento	B	D	D	D	O	D
Adaptación a la sección de emplazamiento	B.D.	B.D.	O.B.	D	D	D
Utilización del material "in situ"	B.O.	B	O	O	M	M
Transporte del material de construcción	D	B	B	B	D	D
Mínimo equipamiento necesario	D.B	B	B	B	M	B
Posibilidad de mecanización	B.D.	D.M.	O	O	D	D
Tiempo requerido para la construcción	O.B.	D	O.B.	O.B.	D	B
Métodos de Ingeniería	B	B	D	D	D	D
Posibilidad de sobre elevación	D.M.	D.B.	B	D.B.	M	D

Tabla n°18- Elección del material de la estructura

Siendo:

- H°: Hormigón
- M.H.: Mampostería hidráulica
- M.G.: Mampostería gavionada
- H°.A°: Hormigón armado
- O: Óptima
- B: Buena
- D: Discreta
- M: Mediocre

La aplicación genérica de estos criterios lleva la posibilidad ya mencionada anteriormente de utilizar cualquiera de los tipos conocidos: Hormigón y mampostería hidráulica o gavionada. Estos criterios, matizados por la zona de actuación y sus condiciones particulares, llevan a elegir como estructura más conveniente para los azudes proyectados el hormigón, de planta recta y calculada como de gravedad.

4.4. Diseño y cálculo

4.4.1. Elementos generales de un dique y su función

El dique a emplear en el presente estudio, de hormigón calculado de gravedad y planta recta, consta fundamentalmente de un cuerpo central y dos alas. Las funciones de estas y otras partes que van a componer los diques proyectados son:

- Cuerpo: Resistir y transmitir las acciones del flujo.
- Cimentaciones: Transmitir los esfuerzos al terreno.
- Empotramientos: Garantizar la funcionalidad de la obra en los contactos con las laderas de la cerrada.
- Vertedero: Evacuar caudales.
- Alas: Definir el tamaño y ubicación del vertedero y la capacidad de almacenamiento por encima del umbral del vertedero.
- Estructura de entrega: Disipar la energía cinética y/o proteger la cimentación frente a la erosión y entregar el flujo al cauce natural.
- Pantallas: Evitar la tubificación.

4.4.2. Condiciones de estabilidad

Las estructuras de gravedad como las que se proyectan en este estudio, son las que se calculan en la hipótesis de que su peso es la fuerza principal en la estabilidad de la propia obra. Para el cálculo de la obra deben tenerse en cuenta las siguientes condiciones.

- No deben producirse tensiones apreciables en ningún punto del dique. Para esto se precisa que la resultante de todas las fuerzas exteriores que actúan por encima de cualquier sección horizontal, quede dentro de su núcleo central.
- El dique debe ser estable a la posibilidad de deslizamiento a lo largo de cualquier junta horizontal o de la base. Por ello, es necesario que la resultante de las fuerzas que actúan por encima de dicha sección o base, forme con la vertical un ángulo tal que su tangente sea menor que el coeficiente de rozamiento correspondiente (fábrica con fábrica o fábrica con fundación)
- El dique debe ser estable a la posibilidad de vuelco. Por lo general, las dos condiciones anteriores, y sobretudo la de núcleo central, son más restrictivas que la de vuelco, con lo que no se mostrará esta condición en los cálculos ya que se cumplirá siempre que se cumplan las otras dos.
- Las tensiones de compresión que se generen deberán ser inferiores a las admisibles tanto por el dique como por el terreno de fundación.

4.4.3. Estudio de fuerzas

Para determinar la sección estructural más adecuada, se considera exclusivamente el alzado del dique, esto es, prescindiendo de la cimentación, y se realiza el cálculo para una sección transversal dada, considerando un módulo de cálculo de ancho igual a un metro.

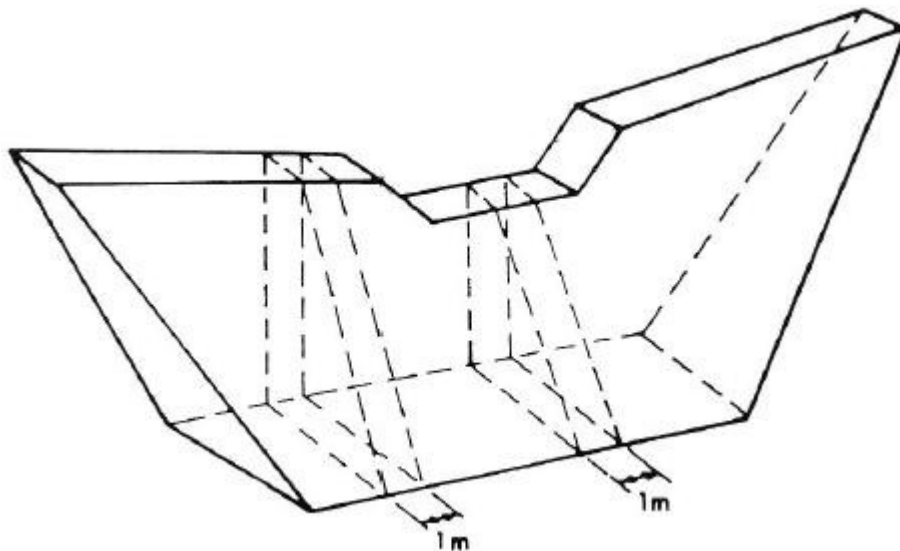


Figura n°7- Esquema de un dique

Se tienen en cuenta las fuerzas estabilizantes y desestabilizantes siguientes.

FUERZAS ACTUANTES A CONSIDERAR	
Estabilizantes	Desestabilizantes
Peso propio de la obra (P_1 ; P_2)	Empuje horizontal de las aguas cargadas de sedimentos sobre el paramento aguas arriba
Peso de la lámina vertiente sobre el vertedero (P_{30})	

Tabla n°19- Fuerzas actuantes a considerar

Atendiendo al diseño de la estructura y a la vista de las condiciones ya expuestas, la sección más económica para los diques de gravedad es la triangular. Esta sección, sin embargo no sería posible, ya que el espesor en la coronación no soportaría las tensiones a las que estaría sometido. De este modo se opta, como se ha dicho anteriormente, por la sección trapezoidal con paramento recto aguas arriba e inclinado agua abajo.

Los diagramas de fuerza y puntos de aplicación de las mismas pueden verse en las siguientes figuras.

➤ Sección por el vertedero

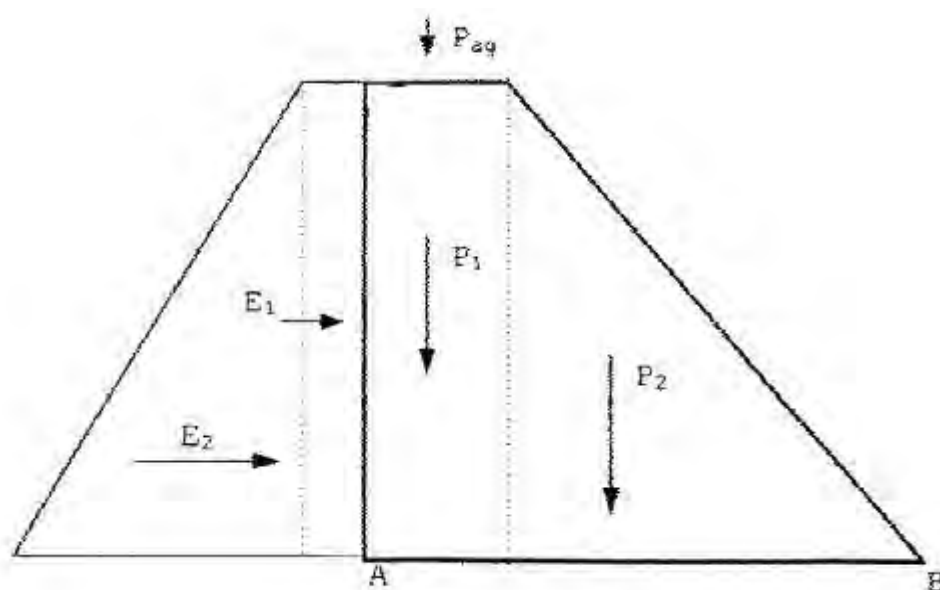


Figura n°8.- Esquema de fuerzas actuantes en la sección por el vertedero

FUERZA	SITUACIÓN
$E_1 = \gamma \cdot (h_{AB} \cdot 1) \cdot h_{ag}$	Cota sobre $AB = h_{AB} / 2$
$E_2 = 1/2 \gamma \cdot h_{AB} (h_{AB} \cdot 1)$	Cota sobre $AB = h_{AB} / 3$
$P_{ag} = \gamma \cdot ec \cdot h_{ag} \cdot 1$	Distancia a $B = L_{AB} - (ec/2)$
$P_1 = \gamma_f \cdot ec \cdot (h_{AB} \cdot 1)$	Distancia a $B = L_{AB} - (ec/2)$
$P_2 = 1/2 \cdot \gamma_f \cdot h_{AB} \cdot (L_{AB} - ec) \cdot 1$	Distancia a $B = (2/3) \cdot (L_{AB} - ec)$

Tabla n°20- Fuerzas actuantes y su situación

4.4.4. Predimensionado

Los datos previos que se necesitan para el cálculo son:

- Altura desde el umbral del vertedero (h_{AB} ó H)
- Altura de la lámina de agua sobre el vertedero (h)
- Caudal máximo a desaguar (Q_{max})
- Longitud del vertedero (L)
- Densidad de la fábrica (γ_f)
- Densidad del agua (γ)
- Tensiones admisibles de fábrica (σ)
- Coeficiente de deslizamiento de fábrica-fábrica (φ_{f-f}) y fábrica-terreno (φ_{f-t})

Determinación de la altura total

La baja altura de coronación necesaria para que estos obstáculos sean funcionales, y la existencia de llanuras de inundación en al menos una de sus orillas, permite calcular la altura de coronación independientemente del caudal circulante por el río debido a que grandes incrementos de este caudal no provocarán incrementos proporcionales en el calado a causa del desbordamiento a través de dicha llanura de inundación, manteniéndose un calado semejante.

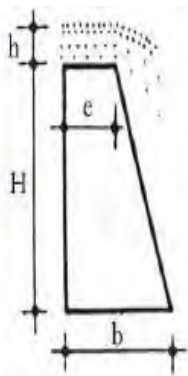
Espesores en coronación y en base

Se calcula teniendo en cuenta las siguientes hipótesis:

- $\gamma = 1200 \text{ Kg/m}^3$
- $\gamma_{\text{fábrica}}$ (Hormigón ciclópeo) = $2400 - 2500 \text{ Kg/m}^3$
- $\sigma_{\text{admisible de fábrica}} = 35 \text{ Kg/cm}^2$
- $\varphi_{\text{fábrica-fábrica}} = 0,75$
- Se ha de cumplir la condición de núcleo central y mínimo volumen de obra.

- Debido a la existencia de una llanura de inundación colindante con los diques propuestos que mantendrá bajos calados sobre el paramento en caso de grandes avenidas, h será 20 cm para todos los diques.

Y basándose en la figura y en la tabla que se muestran a continuación: (Para los valores intermedios se escogen los datos por exceso)



m \ p	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40
0,00	0,666	0,660	0,655	0,650	0,646	0,642	0,639	0,637	0,635	0,633	0,632	0,632				
0,05	0,712	0,705	0,699	0,694	0,688	0,684	0,680	0,677	0,674	0,672	0,671	0,670	0,670			
0,10		0,748	0,740	0,734	0,728	0,723	0,718	0,714	0,711	0,709	0,707					
0,15			0,772	0,765	0,759	0,754	0,750	0,746	0,742	0,739	0,737	0,736				
0,20						0,788	0,783	0,778	0,774	0,771	0,768	0,766	0,764	0,763	0,762	
0,25									0,803	0,800	0,797	0,794	0,791	0,789	0,787	

Tabla n°21- Obtención de los espesores de la base y en coronación

Se halla primeramente el valor denominado p , que es la relación entre el calado del agua en coronación y la altura útil del dique. Es decir:

$$p = \frac{h}{H}$$

Seguidamente se determinará mediante la tabla el mínimo valor de m compatible con p . De este modo se puede obtener el valor e de espesor en coronación siendo.

$$m = \frac{e}{H}$$

Después se calculará el valor b/H correspondiente al punto (p,m) despejando así el b , espesor en la base.

Diseño de la cimentación

Según las siguientes condiciones:

- La cimentación ha de tener como mínimo un metro de profundidad.
- La longitud desde A hasta B ha de ser igual o superior al alcance de la lámina vertiente, denominado este en la figura siguiente como D . La fórmula para hallar D es:

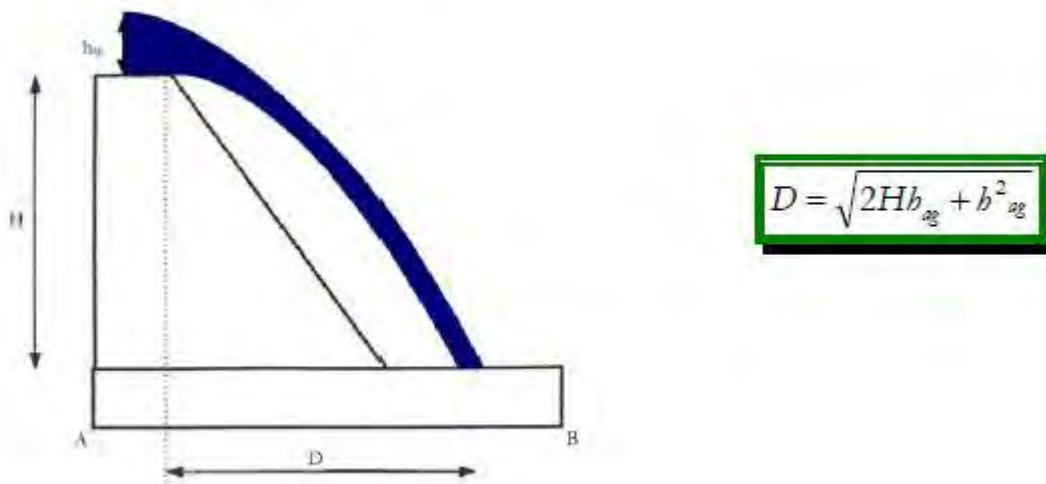


Figura n°9- Diseño de la cimentación

Comprobación del predimensionado

Para saber si el predimensionado es válido, es necesario comprobar las condiciones de estabilidad. Estas condiciones, ya mencionadas en apartados anteriores, se desarrollan a continuación. Las variables quedan reflejadas en la siguiente gráfica y ecuaciones.

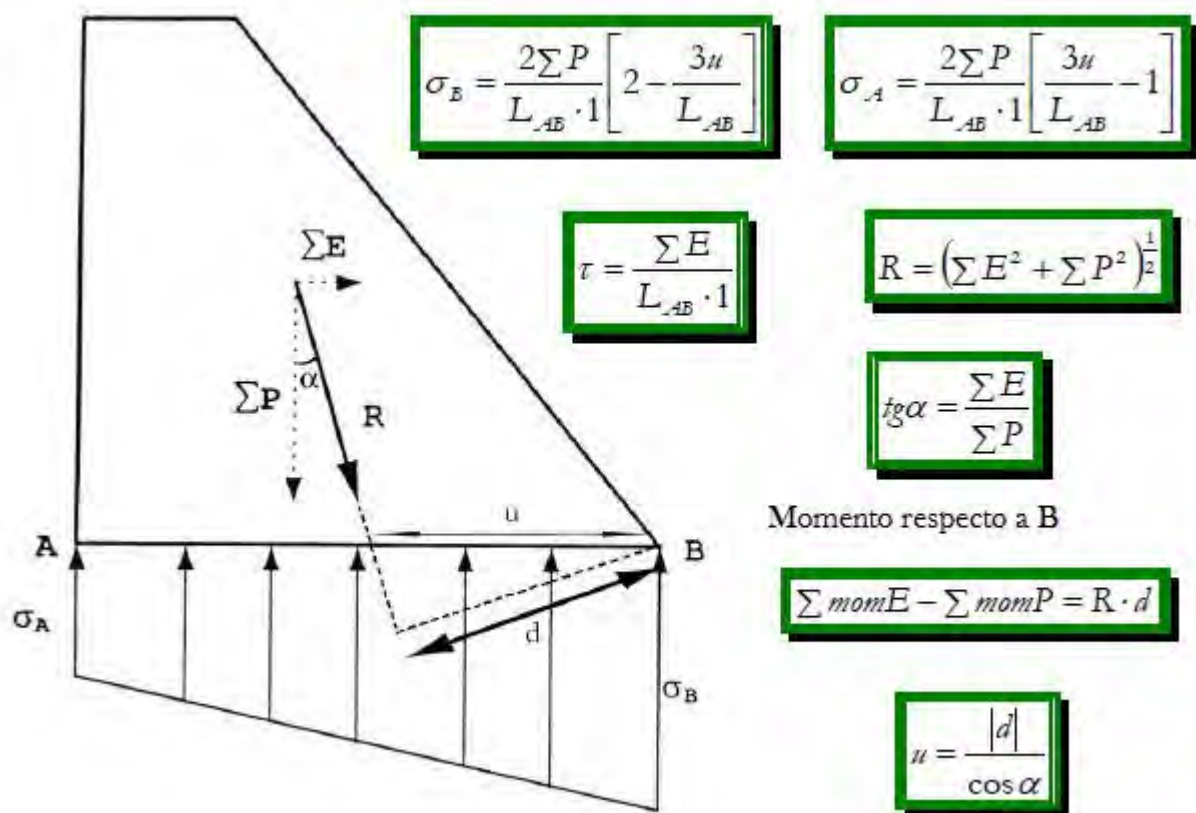


Figura n°10- Comprobaciones del predimensionado

➤ Condición de no tracción

Se ha de cumplir la condición de núcleo central, que garantiza a su vez que no se produzca el vuelco de la obra.

$$1/3L_{AB} \leq u \leq 2/3L_{AB}$$

Si además el valor $u = 1/3L_{AB}$, entonces se consigue el mínimo volumen de obra, reduciendo así el coste económico al mínimo posible, garantizando la seguridad.

➤ La tensión de compresión máxima ha de ser menor o igual que la admisible.

$$\sigma_{MAX} \leq \sigma_{ADMISIBLE}$$

Para hormigón, que como ya se argumentó, es lo que va a emplearse, se tienen valores admisibles de fábrica de $\sigma = 35 \text{ Kg/cm}^2$.

En cuanto al terreno, la tabla siguiente nos da los valores admisibles correspondientes a diferentes tipos de materiales.

TERRENO DE FUNDACIÓN SATURADO	CARGAS ADMISIBLES (kg/cm ²)				
	Profundidad de la fundación (m)				
	0	0,5	1	2	3
ROCA (1)					
Masiva, dura (no estratificada)	30	40	50	60	60
Estratificada, dura.	10	12	16	20	20
SUELOS GRANULARES NO COHESIVOS DENSOS (2)					
Gravas	---	3,2	4	5	6,4
Arenas gruesas	---	2	2,5	3,3	4
Arenas finas	---	1,4	1,6	2	2,5
SUELOS COHESIVOS					
Arcillosos duros	---	---	3,2	3,2	3,2
Arcillosos semiduros	---	---	1,6	1,6	1,6
Arcillosos blandos	---	---	0,8	0,8	0,8

OBSERVACIONES

(1) Los valores que se indican corresponden a rocas poco fisuradas. Para rocas meteorizadas o muy fisuradas se reducirán las cargas admisibles.

(2) Los valores que se indican corresponden a suelos densos que requieren el uso de pico para su excavación. Para suelos de mediana densidad, en los cuales la pala penetra con dificultad, los valores indicados se multiplicarán por 0,8. Para suelos sueltos, excavables fácilmente con pala, los valores indicados se multiplican por 0,5.

Tabla n°22.- Cargas admisibles según distintos tipos de materiales

Si no resulta $\sigma_B \leq \sigma_{ADMISIBLE}$ entonces se ha de calcular un valor medio, que tiene la siguiente expresión:

$$\sigma_{MEDIO} = (3\sigma_B + \sigma_A)/4$$

Si aún así sigue siendo mayor que la admisible, entonces hay que redimensionar, buscando aumentar la longitud de la base con el objeto de que σ disminuya.

➤ Condición de no deslizamiento

Entre fábrica-fábrica

- No fisurada: $t \leq t_{\text{ADMISIBLE DE FÁBRICA}} = 5 \text{ Kg/cm}^2$
- Fisurada: $\sum E \leq \text{Fuerzas resistentes} = f_r \sum P$, siendo f_r el coeficiente de fricción fábrica-fábrica, que toma un valor para el hormigón de 0,75

Entre fábrica- terreno

$\sum E \leq f_{it} \cdot \sum P$, siendo f_{it} el coeficiente de fricción fábrica-terreno, que toma valores para los distintos materiales de:

Material	f_{it}
Grava gruesa y bloques de piedra	0,50
Grava y arena gruesa	0,40
arena	0,35

Tabla n°23.- Coeficientes de fricción fábrica-terreno

➤ Condición de no vuelco

Para que se produjese vuelco la resultante R de las fuerzas tendría que estar por fuera del cuerpo, por lo que si cumple la condición de núcleo central queda garantizada la estabilidad, y no resulta necesario estudiarla.

➤ Condición de no tubificación

Aunque no es estrictamente una comprobación del predimensionado, la comprobación frente a tubificación es necesaria para tomar o no, en función de los resultados, las medidas necesarias para que esta no se produzca. En las figuras siguientes podemos observar el concepto de tubificación, cuyos efectos se traducen en el descalzamiento de los diques.

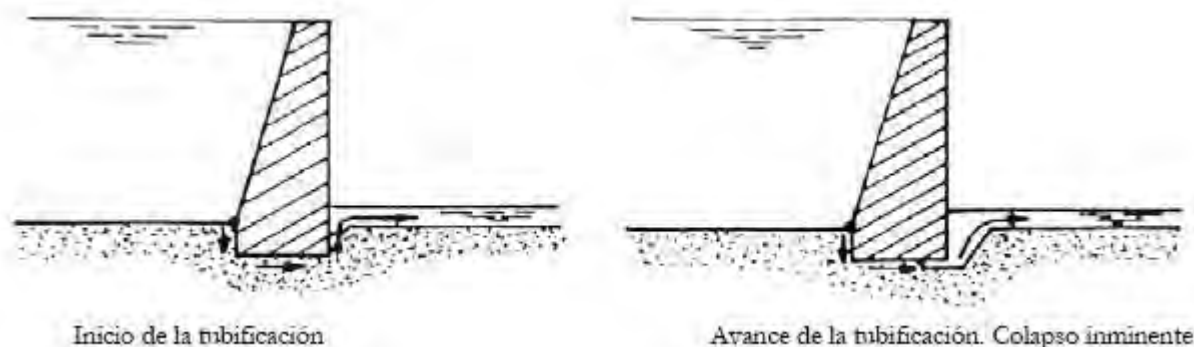


Figura n°11- problemas por tubificación

Se va a seguir en esta comprobación el método de Lane, que incluye las siguientes variables:

- Longitud de la filtración: longitud del contacto base terreno
- Longitud horizontal (L_H): \sum longitudes con inclinación menor de 45° , medidas sobre la horizontal.
- Longitud vertical (L_V): \sum longitudes con inclinación mayor de 45° , medidas sobre la horizontal.
- Longitud compensada de trayectoria: su expresión es:

$$L_C = L_V + (L_H/3)$$

- Carga hidrostática efectiva: siendo el factor 0,7 aplicable solo cuando existan mechinales:

$$C_{HE} = 0,7 \cdot H$$

- Relación de carga compensada:

$$R_C = L_C / C_{HE}$$

- Relación compensada de ruptura (R_R): es el valor límite de R_C para garantizar la seguridad frente a la tubificación.

$$R_C \geq R_R$$

MATERIAL DE LA FUNDACIÓN				
	Arena Fina	Arena Media	Arena Gruesa	Gravas y Bolos
R_R	4	3,5	3	2,5

Tabla n°24- Valores de la relación de ruptura para distintos materiales de fundación

En la siguiente figura se muestran diferentes posibilidades para hacer frente a la tubificación.

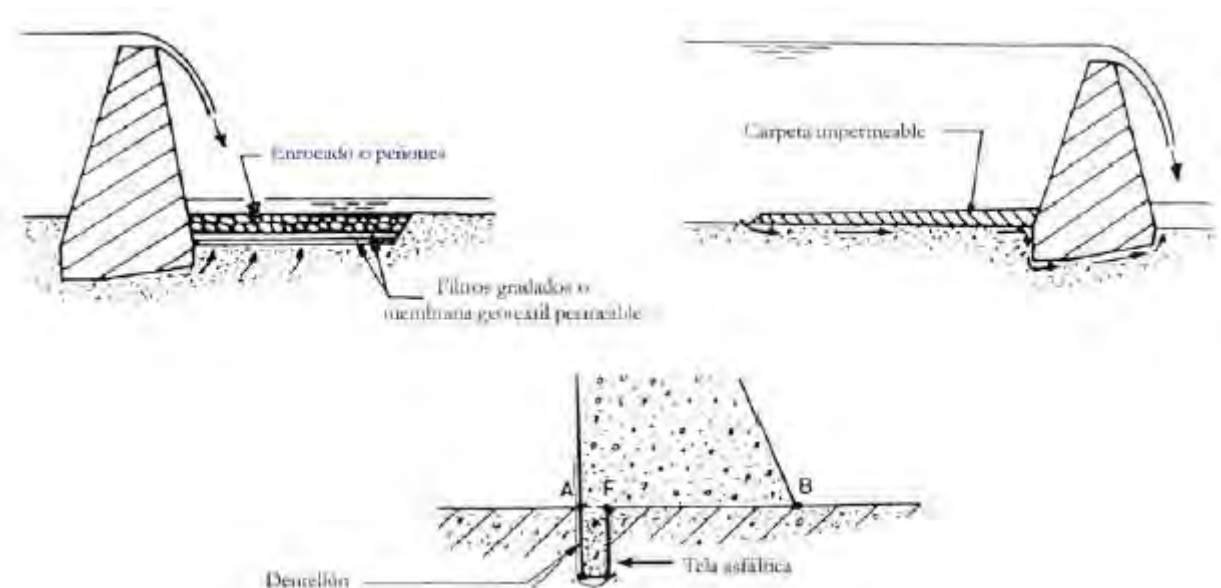


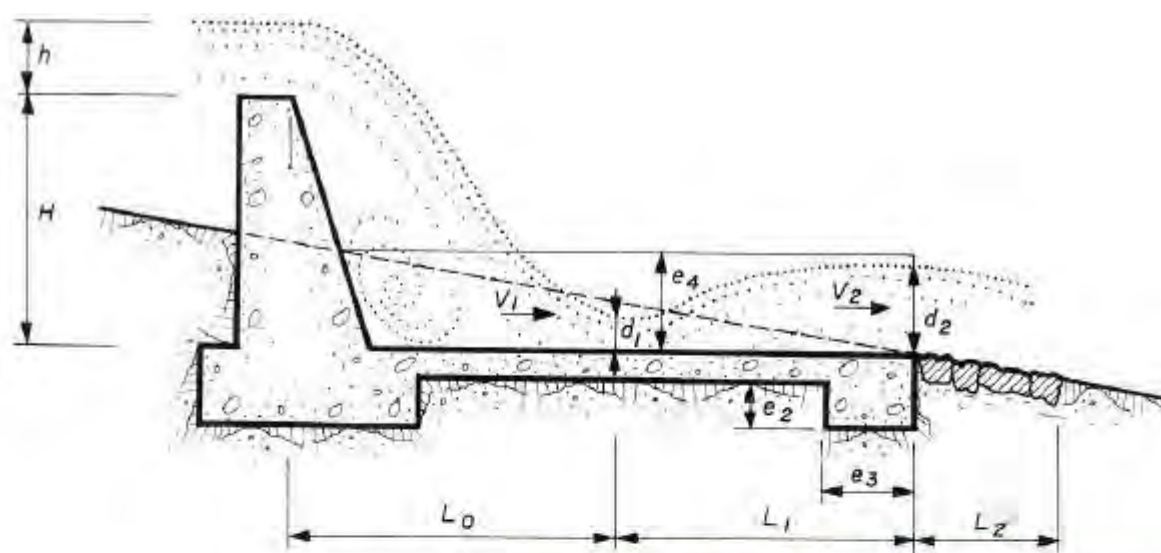
Figura n°12- Soluciones frente a la tubificación

Diseño del zampeado

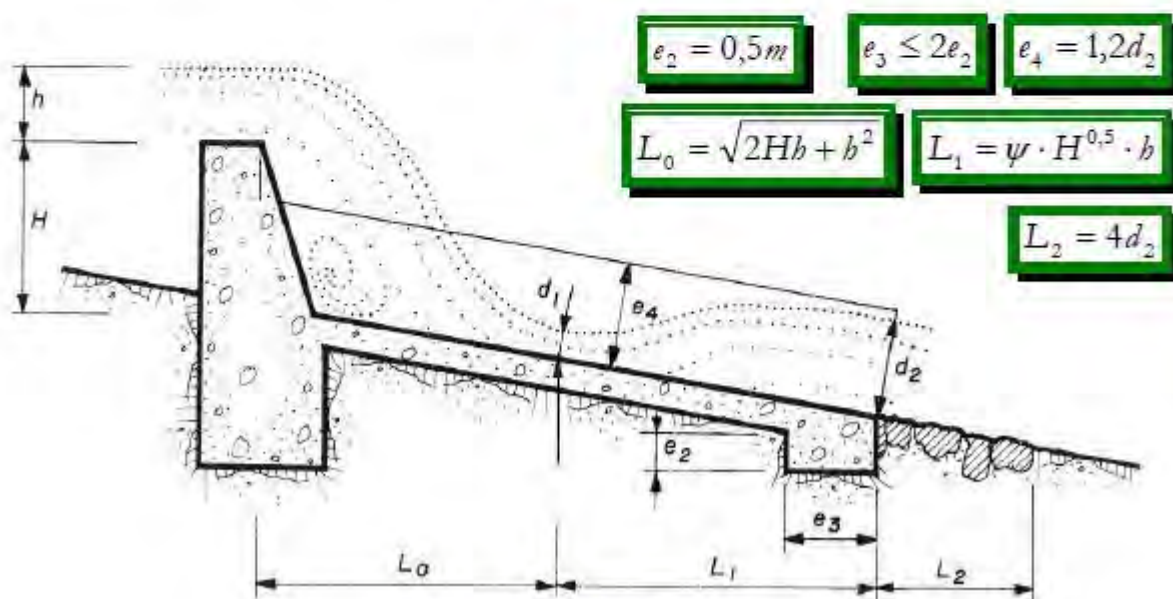
Estos elementos de protección del cauce frente a la erosión de las aguas de vertido se fundamentan en evitar que estas aguas estén en contacto con los materiales incoherentes del cauce mientras mantengan una velocidad superior a la del régimen ordinario en el tramo libre de aguas abajo., por causa del régimen rápido producido por el escalón en la corriente a que da lugar el azud.

Esto se consigue gracias a la interposición de una solera de materiales resistentes a la erosión, bien por su tamaño superior a la capacidad de arrastre de las velocidades del agua existente en el tramo, bien por formar una estructura no erosionable, con fábrica de mampostería ordinaria u hormigón.

Estos zampeados son de dos clases: horizontales o inclinados. Pueden observarse ambos tipos en las figuras siguientes.



Zampeado Horizontal



Zampeado Inclinado

Figura nº13 y 14- Zampeado inclinado y zampeado horizontal

La expresión para el cálculo del dimensionado viene condicionada por la pendiente:

$$L_1 = \psi \cdot H^{0,5} \cdot b$$

siendo ψ el coeficiente función de la pendiente del zampeado dado por la tabla siguiente:

Pendiente %	5	7	9	11	13	15
ψ	4.61	3.80	3.27	2.89	2.56	2.27

Tabla n°25- Coeficiente según la pendiente

Además si fijará una longitud mínima del zampeado de 2,5 m. para aumentar la seguridad de la obra.

4.4.5. Cálculo de los diques proyectados

Basándonos en lo expuesto en los apartados previos, se va a proceder al desarrollo de los cálculos para el dimensionamiento y comprobaciones de los diques propuestos.

☆ Dique 1; zona de baño en el T.M. de Manzaneda.

Datos generales:

- Coordenadas UTM: x:721266 y:4681554 huso 29
- Material: hormigón ciclópeo
- Anchura de cauce: 25,5 m
- Altura del umbral del vertedero: 0,8 m
- Densidad del agua más sedimentos: 1200 kg / m³
- Densidad de la fábrica: 2400 kg / m³
- Tensión admisible de fábrica: 35 kg / cm²
- Tensión admisible del terreno: 2 kg / cm²
- Coeficiente de deslizamiento fábrica-fábrica: 0,75
- Coeficiente de deslizamiento fábrica-terreno: 0,4
- Altura total del dique: 0,8 m

Predimensionado:

Espesores en coronación y base:

Se calcula teniendo en cuenta las siguientes hipótesis:

- $\gamma = 1200 \text{ Kg/m}^3$
- $\gamma_{\text{fábrica}} \text{ (Hormigón ciclópeo)} = 2400 - 2500 \text{ Kg/m}^3$
- $\sigma_{\text{admisible de fábrica}} = 35 \text{ Kg / cm}^2$
- $\varphi_{\text{fábrica-fábrica}} = 0,75$
- Se ha de cumplir la condición de núcleo central y mínimo volumen de obra.

- Debido a la existencia de una llanura de inundación colindante con los diques propuestos que mantendrá bajos calados sobre el paramento en caso de grandes avenidas, h será 20 cm para todos los diques.

Basándose en la tabla expuesta en el apartado correspondiente, se halla el valor p , obteniéndose un valor de:

$$p = h/H = 0,20/0,8 = 0,25$$

Al no estar condicionado por lavas torrenciales, se coge el mínimo valor de m compatible con p , es decir;

$$m = 0,28$$

de donde se obtiene el espesor en coronación:

$$m = e/H \rightarrow 0,28 = e / 0,8 \rightarrow e = 0,23 \text{ m}$$

El valor del punto (p,m) es de 0,803, de donde:

$$0,803 = b/H \rightarrow 0,803 = b/0,8 \rightarrow b = 0,65 \text{ m}$$

Estos valores son meramente orientativos. En la práctica deben acercarse a valores enteros con el objetivo de facilitar la construcción e intentar en la medida de lo posible acercarlos al mínimo volumen de obra. Tras haber calculado las dimensiones del espesor en la coronación y en la base del azud, se verifican las condiciones de estabilidad para saber si es válido el predimensionado de estos valores. En caso contrario, se aumentarían estos valores hasta lograr la verificación de dichas comprobaciones. En el caso particular de este dique, no se cumplían las comprobaciones, por lo que las medidas de espesores se aumentaron, realizándose las comprobaciones con dichos valores, hasta:

Espesor en coronación = 0,5 m

Espesor de la base = 0,9 m

- Condición de no tracción:

Se ha de cumplir la condición de núcleo central, que garantice a su vez que no se produzca el vuelco de la obra. Para ello:

$$1/3 L_{AB} \leq u \leq 2/3 L_{AB} \quad (0,30 \leq u \leq 0,60)$$

Si además el valor u coincide con $1/3 L_{AB}$ se conseguirá el mínimo volumen de obra, consiguiendo el menor coste económico garantizando la seguridad. Por lo tanto se ha de proceder al cálculo de u , siguiendo la metodología expuesta anteriormente se ha de calcular las fuerzas desestabilizantes y estabilizantes. Para situarse del lado de la seguridad se calculan estas fuerzas desde el lado más desfavorable, lo que implica tomar la sección desde el vertedero, por tener menor peso de obra. Así:

FUERZA	SITUACIÓN
$E_1 = \gamma \cdot (h_{AB} \cdot 1) \cdot h_{ag}$	Cota sobre $AB = h_{AB}/2$
$E_2 = 1/2 \gamma \cdot h_{AB} (h_{AB} \cdot 1)$	Cota sobre $AB = h_{AB}/3$
$P_{ag} = \gamma \cdot ec \cdot h_{ag} \cdot 1$	Distancia a $B = L_{AB} - (ec/2)$
$P_1 = \gamma_f \cdot ec \cdot (h_{AB} \cdot 1)$	Distancia a $B = L_{AB} - (ec/2)$
$P_2 = 1/2 \cdot \gamma_f \cdot h_{AB} \cdot (L_{AB} - ec) \cdot 1$	Distancia a $B = (2/3) \cdot (L_{AB} - ec)$

Tabla n°26. Fuerzas actuantes y situación de las mismas para el dique 1

De donde:

Fuerzas	Suma Fuerzas	Situación	Momentos	Suma Momentos
E1 = 192 kg	576 kg	aplicado a 0,4 m de la base de la cimentación	76,8	179,2
E2 = 384 kg		aplicado a 0,27 m de la base de la cimentación	102,4	
Pag = 120 kg	1464 kg	aplicado a 0,65 m respecto de B	78	804,4
P1 = 960 kg		aplicado a 0,65 m respecto de B	624	
P2 = 384 kg		aplicado a 0,27 m respecto de B	102,4	

Tabla n°27- Resultados de fuerzas, momentos y situaciones de las fuerzas para el dique 1

$$R = 1573,24 \text{ kg}$$

$$\tan \alpha = \frac{\sum E}{\sum P} = 0,393 \rightarrow \alpha = 30,34^\circ$$

$$\sum \text{mom } E - \sum \text{mom } P = R \cdot d \rightarrow -625,2 = 1573,24 \cdot d$$

$$|d| = 0,40$$

$$u = |d|/\cos \alpha = 0,46$$

Con lo cual se cumple la condición de núcleo central.

- La tensión de compresión máxima ha de ser menor o igual que la admisible:

$$\sigma_B = \frac{2 \sum P}{L_{AB} \cdot 1} \left[2 - \frac{3H}{L_{AB}} \right] \quad \sigma_A = \frac{2 \sum P}{L_{AB} \cdot 1} \left[\frac{3H}{L_{AB}} - 1 \right]$$

Ambos valores (σ_A , σ_B) deben ser positivos, pues de no ser así se estaría trabajando a tracción cuando estas obras sólo trabajan a compresión. Obteniendo de la tabla correspondiente los valores admisibles de la fábrica ($\sigma = 35 \text{ kg/cm}^2$) y del terreno ($\sigma = 2 \text{ kg/cm}^2$), se comparan estos con los calculados a partir de los valores del prediseño:

$$\sigma_A = 0,1758 \quad \sigma_B = 0,1496$$

de tal modo que se cumple que la tensión de compresión máxima ha de ser menor o igual que la admisible.

- Condición de no deslizamiento:

Entre fábrica-fábrica

- No fisurada: $\tau \leq \tau_{\text{ADMISIBLE FÁBRICA}} = 5 \text{ Kg/cm}^2$

$$\tau = \sum E / L_{AB} \cdot 1 = 0,064 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{Se cumple}$$

- Fisurada: $\sum E \leq \text{Fuerzas resistentes} = \varphi_f \cdot \sum P$

Siendo φ_f el coeficiente de fricción fábrica-fábrica, que toma un valor para hormigón ciclópeo de 0,75.

$$\sum E \leq \varphi_f \cdot \sum P \rightarrow 576 \leq 1098 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Entre fábrica- terreno

$$\sum E \leq \varphi_{ft} \cdot \sum P$$

Siendo φ_{ft} el coeficiente de fricción fábrica-terreno, que toma el valor correspondiente a grava y arena gruesa, para hormigón ciclópeo de 0,40.

$$\sum E \leq \varphi_{ft} \cdot \sum P \rightarrow 576 \leq 589,6 \rightarrow \text{Se cumple}$$

- Condición de no vuelco:

Para que se produjese vuelco la resultante de las fuerzas R tendría que estar por fuera del cuerpo, por lo que al cumplir la condición de núcleo central queda garantizada la estabilidad, y no es necesario estudiarla

Previamente a la comprobación de no tubificación se ha de calcular el diseño del zampeado y de la cimentación.

Diseño de la cimentación:

La profundidad de la cimentación va a ser de un metro de profundidad, y la longitud de la base de la cimentación ha de ser como mínimo igual al alcance de la lámina vertiente, cuya expresión es:

$$D = \sqrt{2Hb_{ag} + b_{ag}^2}$$

$$D = 0,6 \text{ m}$$

Diseño de zampeado:

El zampeado ha de ser horizontal, con unas dimensiones calculadas según las indicaciones del apartado 7.4.4:

$$L_0 = \sqrt{2Hh + h^2} = D = 0,6 \text{ m}$$

$L_1 = \psi \cdot H^{0,5} \cdot h$ teniendo en cuenta una pendiente del 5% ($\psi = 4,61$), así:

$$L_1 \approx 0,85 \text{ m}$$

La longitud del dentellón viene determinada por $L_2 = 4d_2$

$$L_2 = 4d_2 = 35 \text{ cm}$$

Dando un total de longitud del zampeado con dentellón de

$$L_z = 1,8 \text{ m}$$

Se construirá por tanto un zampeado con las medidas mínimas, 2,5 m, aumentando L_0 hasta 1 m y L_1 hasta 1 m y L_2 hasta 0,5 m. Ahora ya es posible comprobar la siguiente condición.

- Condición de no tubificación

Se va a seguir en esta comprobación el método de Lane, expuesto en el apartado previo:

$$L_c = L_v + \left(\frac{Lh}{3}\right) = 2,83 \text{ m}$$

$$R_c = \frac{L_c}{C_{he}} = 3,54$$

Para que se cumpla la condición $R_c \geq R_r$, siendo R_r el valor correspondiente a arena gruesa, es decir 3.

$$3,54 \geq 3 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Medidas protectoras

Con la finalidad de proteger la estabilidad del dique impidiendo la filtración de agua en la conexión entre el dique y la orilla, se instalaran dos alas, una en cada una de las conexiones del dique y las dos orillas. De este modo el vertido de las aguas se centrará a lo largo del paramento, evitando que se realice este vertido en los laterales del dique, erosionando las orillas y comprometiendo la estabilidad de la obra. Estas alas serán de pequeño tamaño, respetando las siguientes dimensiones:

Altura: 10 cm
Longitud: 1 m

☆ Dique 2; de riego en el T.M. de Quintanilla de Yuso.

Datos generales:

• Coordenadas UTM:	x:716179 y:4679994 huso 29
• Material:	hormigón ciclópeo
• Anchura de cauce:	17,5 m
• Altura del umbral del vertedero:	1,4 m
• Densidad del agua más sedimentos:	1200 kg / m ³
• Densidad de la fábrica:	2400 kg / m ³
• Tensión admisible de fábrica:	35 kg / cm ²
• Tensión admisible del terreno:	2 kg / cm ²
• Coeficiente de deslizamiento fábrica-fábrica:	0,75
• Coeficiente de deslizamiento fábrica-terreno:	0,4
• Altura total del azud (margen de seguridad de 20 cm)	1,4 m

Predimensionado:

Espesores en coronación y base:

Se calcula teniendo en cuenta las siguientes hipótesis:

- $\gamma = 1200 \text{ Kg/m}^3$
- $\gamma_{\text{fábrica}} (\text{Hormigón ciclópeo}) = 2400 - 2500 \text{ Kg/m}^3$
- $\sigma_{\text{admisible de fábrica}} = 35 \text{ Kg / cm}^2$
- $\varphi_{\text{fábrica-fábrica}} = 0,75$
- Se ha de cumplir la condición de núcleo central y mínimo volumen de obra.
- Debido a la existencia de una llanura de inundación colindante con los diques propuestos que mantendrá bajos calados sobre el paramento en caso de grandes avenidas, h será 20 cm para todos los diques.

Basándose en la tabla expuesta en el apartado correspondiente, se halla el valor p, obteniéndose un valor de:

$$p = h/H = 0,20/1,4 = 0,15$$

Al no estar condicionado por lavas torrenciales, se coge el mínimo valor de m compatible con p, es decir;

$$m = 0,16$$

de donde se obtiene el espesor en coronación:

$$m = e/H \rightarrow 0,16 = e / 1,4 \rightarrow e = 0,25 \text{ m}$$

El valor del punto (p,m) es de 0,772, de donde:

$$0,772 = b/H \rightarrow 0,772 = b/1,4 \rightarrow b = 1,1 \text{ m}$$

Estos valores son meramente orientativos. En la práctica deben acercarse a valores enteros con el objetivo de facilitar la construcción e intentar en la medida de lo posible acercarlos al mínimo volumen de obra. Tras haber calculado las dimensiones del espesor en la coronación y en la base del azud, se verifican las condiciones de estabilidad para saber si es válido el predimensionado de estos valores. En caso contrario, se aumentarían estos valores hasta lograr la verificación de dichas comprobaciones. En el caso particular de este dique, no se cumplían las comprobaciones, por lo que las medidas de espesores se aumentaron, realizándose las comprobaciones con dichos valores, hasta:

Espesor en coronación = 1 m

Espesor de la base = 1,2 m

- Condición de no tracción:

Se ha de cumplir la condición de núcleo central, que garantice a su vez que no se produzca el vuelco de la obra. Para ello:

$$1/3 L_{AB} \leq u \leq 2/3 L_{AB} \quad (0,40 \leq u \leq 0,80)$$

Si además el valor u coincide con $1/3 L_{AB}$ se conseguirá el mínimo volumen de obra, consiguiendo el menor coste económico garantizando la seguridad. Por lo tanto se ha de proceder al cálculo de u , siguiendo la metodología expuesta anteriormente se ha de calcular las fuerzas desestabilizantes y estabilizantes. Para situarse del lado de la seguridad se calculan estas fuerzas desde el lado más desfavorable, lo que implica tomar la sección desde el vertedero, por tener menor peso de obra. Así:

FUERZA	SITUACIÓN
$E_1 = \gamma \cdot (h_{AB} \cdot 1) \cdot h_{ag}$	Cota sobre $AB = h_{AB}/2$
$E_2 = 1/2 \gamma \cdot h_{AB} (h_{AB} \cdot 1)$	Cota sobre $AB = h_{AB}/3$
$P_{ag} = \gamma \cdot ec \cdot h_{ag} \cdot 1$	Distancia a $B = L_{AB} - (ec/2)$
$P_1 = \gamma_f \cdot ec \cdot (h_{AB} \cdot 1)$	Distancia a $B = L_{AB} - (ec/2)$
$P_2 = 1/2 \cdot \gamma_f \cdot h_{AB} \cdot (L_{AB} - ec) \cdot 1$	Distancia a $B = (2/3) \cdot (L_{AB} - ec)$

Tabla n°28- Fuerzas actantes y situación de las mismas para el dique 2

De donde:

	Fuerzas	Suma Fuerzas	Situación	Momentos	Suma Momentos
E1=	336 kg	1512 kg	aplicado a 0,7 m de la base de la cimentación	235,2	784
E2=	1176 kg		aplicado a 0,47 m de la base de la cimentación	548,8	
Pag=	240 kg		aplicado a 0,7 m respecto de B	168	
P1=	3360 kg	3936 kg	aplicado a 0,7 m respecto de B	2352	2564,8
P2=	336 kg		aplicado a 0,13 m respecto de B	44,8	

Tabla n°29. Resultados de fuerzas, momentos y situaciones de las fuerzas actuantes para el dique 2

$$R = 4216,43 \text{ kg}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sum E}{\sum P} = 0,38 \rightarrow \alpha = 33,57^\circ$$

$$\sum \operatorname{mom} E - \sum \operatorname{mom} P = R \cdot d \rightarrow -1780,8 = 4216,43 \cdot d$$

$$|d| = 0,42$$

$$u = |d| / \cos \alpha = 0,51$$

Con lo cual se cumple la condición de núcleo central.

- La tensión de compresión máxima ha de ser menor o igual que la admisible:

$$\sigma_B = \frac{2 \sum P}{L_{AB} \cdot 1} \left[2 - \frac{3u}{L_{AB}} \right] \quad \sigma_A = \frac{2 \sum P}{L_{AB} \cdot 1} \left[\frac{3u}{L_{AB}} - 1 \right]$$

Ambos valores (σ_A , σ_B) deben ser positivos, pues de no ser así se estaría trabajando a tracción cuando estas obras sólo trabajan a compresión. Obteniendo de la tabla correspondiente los valores admisibles de la fábrica ($\sigma = 35 \text{ kg/cm}^2$) y del terreno ($\sigma = 2 \text{ kg/cm}^2$), se comparan estos con los calculados a partir de los valores del prediseño:

$$\sigma_A = 0,1753$$

$$\sigma_B = 0,4807$$

de tal modo que se cumple que la tensión de compresión máxima ha de ser menor o igual que la admisible.

- Condición de no deslizamiento:

Entre fábrica-fábrica

○ No fisurada: $\tau \leq \tau_{\text{ADMISIBLE FÁBRICA}} = 5 \text{ Kg} / \text{cm}^2$

$$\tau = \Sigma E / L_{AB} \cdot 1 = 0,126 \text{ kg} / \text{cm}^2 \rightarrow \text{Se cumple}$$

○ Fisurada: $\Sigma E \leq \text{Fuerzas resistentes} = \varphi_f \cdot \Sigma P$

Siendo φ_f el coeficiente de fricción fábrica-fábrica, que toma un valor para hormigón ciclópeo de 0,75.

$$\Sigma E \leq \varphi_f \cdot \Sigma P \rightarrow 1512 \leq 2952 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Entre fábrica- terreno

$$\Sigma E \leq \varphi_{ft} \cdot \Sigma P$$

Siendo φ_{ft} el coeficiente de fricción fábrica-terreno, que toma el valor correspondiente a grava y arena gruesa, para hormigón ciclópeo de 0,40.

$$\Sigma E \leq \varphi_{ft} \cdot \Sigma P \rightarrow 1512 \leq 1574,4 \rightarrow \text{Se cumple}$$

• Condición de no vuelco:

Para que se produjese vuelco la resultante de las fuerzas R tendría que estar por fuera del cuerpo, por lo que al cumplir la condición de núcleo central queda garantizada la estabilidad, y no es necesario estudiarla

Previamente a la comprobación de no tubificación se ha de calcular el diseño del zampeado y de la cimentación.

Diseño de la cimentación:

La profundidad de la cimentación va a ser de un metro y medio de profundidad, y la longitud de la base de la cimentación ha de ser como mínimo igual al alcance de la lámina vertiente, cuya expresión es:

$$D = \sqrt{2Hb_{ag} + b_{ag}^2}$$

$$D = 0,8 \text{ m}$$

Diseño de zampeado:

El zampeado ha de ser horizontal, con unas dimensiones calculadas según las indicaciones del apartado 7.4.4:

$$L_o = \sqrt{2Hh + h^2} = D = 0,8 \text{ m}$$

$L_1 = \psi \cdot H^{0,5} \cdot h$ teniendo en cuenta una pendiente del 5% ($\psi = 4,61$), así:

$$L_1 \approx 1,10 \text{ m}$$

La longitud del dentellón viene determinada por $L_2 = 4d_2$

$$L_2 = 4d_2 = 40 \text{ cm}$$

Dando un total de longitud del zampeado con dentellón de

$$L_z = 2,30 \text{ m}$$

La longitud mínima de 2,5 m no cumple la condición de no tubificación, por ello se construirá un zampeado con una longitud total de 4 m, aumentando L_0 hasta 1 m, L_1 hasta 2 m y L_2 hasta 1 m. Ahora ya es posible comprobar la siguiente condición.

- Condición de no tubificación

Se va a seguir en esta comprobación el método de Lane, expuesto en el apartado previo:

$$L_c = L_v + \left(\frac{Lh}{3}\right) = 4,33 \text{ m}$$

$$Rc = \frac{Lc}{Che} = 3,10$$

Para que se cumpla la condición $Rc \geq Rr$, siendo Rr el valor correspondiente a arena gruesa, es decir 3.

$$3,10 \geq 3 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Medidas protectoras

Se instalarán dos alas, una en cada una de las conexiones del dique y las dos orillas. De este modo el vertido de las aguas se centrará a lo largo del paramento, evitando que se realice este vertido en los laterales del dique, erosionando las orillas y comprometiendo la estabilidad de la obra. Estas alas serán de pequeño tamaño, respetando las siguientes dimensiones:

$$\begin{aligned} \text{Altura: } &10 \text{ cm} \\ \text{Longitud: } &1 \text{ m} \end{aligned}$$

Otras medidas

Puesto que este azud de riego contará con una escala para peces, se realizará un pequeño vertedero, tipo Cipoletti, que aumente el caudal de llamada a la entrada de la escala de artesas. Este vertedero tendrá las siguientes dimensiones:

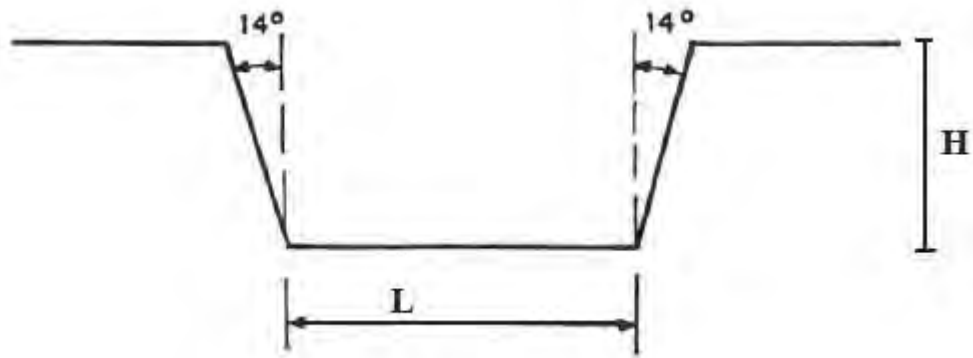


Figura n° 15.- Croquis del diseño del vertedero

$$L = 1 \text{ m}$$

$$H = 0,20 \text{ m}$$

☆ Dique 3, de riego en el T.M. de Torneros de la Valderia

Basándonos en lo expuesto en el inventario de obstáculos para el diseño de los azudes proyectados, se va a proceder al desarrollo de los cálculos para el dimensionamiento y comprobaciones del azud de riego propuesto.

Datos generales:

Coordenadas UTM:	x:727114 y:4677744 huso 29
Material:	hormigón ciclópeo
Anchura de cauce:	72 m
Densidad del agua más sedimentos:	1200 kg / m ³
Densidad de la fábrica:	2400 kg / m ³
Tensión admisible de fábrica:	35 kg / cm ²
Tensión admisible del terreno:	2 kg / cm ²
Coefficiente de deslizamiento fábrica-fábrica:	0,75
Coefficiente de deslizamiento fábrica-terreno:	0,4
Altura total del dique (margen de seguridad 20 cm):	1,8 m

Predimensionado:

Determinación de la altura total:

La baja altura de coronación necesaria para que estos obstáculos sean funcionales, y la existencia de llanuras de inundación en al menos una de sus orillas, permite calcular la altura de coronación independientemente del caudal circulante por el río debido a que grandes incrementos de este caudal no provocarán incrementos proporcionales en el calado a causa del desbordamiento a través de dicha llanura de inundación, manteniéndose un calado semejante.

Espesores en coronación y base:

Se calcula teniendo en cuenta las siguientes hipótesis:

- $\gamma = 1200 \text{ Kg/m}^3$

- $\gamma_{\text{fábrica (Hormigón ciclópeo)}} = 2400 - 2500 \text{ Kg/m}^3$
- $\sigma_{\text{admisible de fábrica}} = 35 \text{ Kg/cm}^2$
- $\varphi_{\text{fábrica-fábrica}} = 0,75$
- Se ha de cumplir la condición de núcleo central y mínimo volumen de obra.
- Debido a la existencia de una llanura de inundación colindante con los diques propuestos que mantendrá bajos calados sobre el paramento en caso de grandes avenidas, h será 20 cm para todos los diques.

Basándose en la tabla expuesta en el apartado correspondiente, se halla el valor p, obteniéndose un valor de:

$$p = h/H = 0,20/1,8 = 0,15$$

Al no estar condicionado por lavas torrenciales, se coge el mínimo valor de m compatible con p, es decir;

$$m = 0,16$$

de donde se obtiene el espesor en coronación:

$$m = e/H \rightarrow 0,16 = e / 1,8 \rightarrow e = 0,29 \text{ m}$$

El valor del punto (p,m) es de 0,772 de donde:

$$0,772 = b/H \rightarrow 0,772 = b/1,8 \rightarrow b = 1,39 \text{ m}$$

Estos valores son meramente orientativos. En la práctica deben acercarse a valores enteros con el objetivo de facilitar la construcción e intentar en la medida de lo posible acercarlos al mínimo volumen de obra. Tras haber calculado las dimensiones del espesor en la coronación y en la base del azud, se verifican las condiciones de estabilidad para saber si es válido el predimensionado de estos valores. En caso contrario, se aumentarían estos valores hasta lograr la verificación de dichas comprobaciones. En el caso particular de este dique, no se cumplían las comprobaciones, por lo que las medidas de espesores se aumentaron, realizándose las comprobaciones con dichos valores, hasta:

$$\text{Espesor en coronación} = 0,8 \text{ m}$$

$$\text{Espesor de la base} = 1,4 \text{ m}$$

Condición de no tracción:

Se ha de cumplir la condición de núcleo central, que garantice a su vez que no se produzca el vuelco de la obra. Para ello:

$$1/3 L_{AB} \leq u \leq 2/3 L_{AB} \quad (0,47 \leq u \leq 0,93)$$

Si además el valor u coincide con $1/3 L_{AB}$ se conseguirá el mínimo volumen de obra, consiguiendo el menor coste económico garantizando la seguridad. Por lo tanto se ha de proceder al cálculo de u, siguiendo la metodología expuesta anteriormente se ha de calcular las fuerzas desestabilizantes y estabilizantes. Para situarse del lado de la seguridad se calculan estas fuerzas desde el lado más desfavorable, lo que implica tomar la sección desde el vertedero, por tener menor peso de obra. Así:

FUERZA	SITUACIÓN
$E_1 = \gamma \cdot (h_{AB} \cdot 1) \cdot h_{ag}$	Cota sobre $AB = h_{AB}/2$
$E_2 = 1/2 \gamma \cdot h_{AB} (h_{AB} \cdot 1)$	Cota sobre $AB = h_{AB}/3$
$P_{ag} = \gamma \cdot ec \cdot h_{ag} \cdot 1$	Distancia a $B = L_{AB} - (ec/2)$
$P_1 = \gamma_f \cdot ec \cdot (h_{AB} \cdot 1)$	Distancia a $B = L_{AB} - (ec/2)$
$P_2 = 1/2 \cdot \gamma_f \cdot h_{AB} \cdot (L_{AB} - ec) \cdot 1$	Distancia a $B = (2/3) \cdot (L_{AB} - ec)$

Tabla n°30.- Fuerzas actuantes y situación de las mismas para el dique 3

De donde:

Fuerzas	Suma Fuerzas	Situación	Momentos	Suma Momentos
E1 = 432 kg	2376 kg	aplicado a 0,9 m de la base de la cimentación	388,8	1555,2
E2 = 1944 kg		aplicado a 0,6 m de la base de la cimentación	1166,4	
Pag = 192 kg	4944 kg	aplicado a 1 m respecto de B	192	4166,4
P1 = 3456 kg		aplicado a 1 m respecto de B	3456	
P2 = 1296 kg		aplicado a 0,40 m respecto de B	518,4	

Tabla n°31.- Resultados de fuerzas, momentos y situaciones de las fuerzas para el dique 3

$$R = 5485,3 \text{ kg}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sum E}{\sum P} = 0,48 \rightarrow \alpha = 32,40^\circ$$

$$\sum \operatorname{mom} E - \sum \operatorname{mom} P = R \cdot d \rightarrow -2611,2 = 5485,3 \cdot d$$

$$|d| = 0,48$$

$$u = |d|/\cos \alpha = 0,56$$

Con lo cual se cumple la condición de núcleo central.

La tensión de compresión máxima ha de ser menor o igual que la admisible:

$$\sigma_E = \frac{2 \sum P}{L_{AB} \cdot 1} \left[2 - \frac{3u}{L_{AB}} \right] \quad \sigma_A = \frac{2 \sum P}{L_{AB} \cdot 1} \left[\frac{3u}{L_{AB}} - 1 \right]$$

Ambos valores (σ_A , σ_B) deben ser positivos, pues de no ser así se estaría trabajando a tracción cuando estas obras sólo trabajan a compresión. Obteniendo de la tabla correspondiente los valores admisibles de la fábrica ($\sigma = 35 \text{ kg/cm}^2$) y del terreno ($\sigma = 2 \text{ kg/cm}^2$), se comparan estos con los calculados a partir de los valores del prediseño:

$$\sigma_A = 0,1470 \quad \sigma_B = 0,5593$$

de tal modo que se cumple que la tensión de compresión máxima ha de ser menor o igual que la admisible.

Condición de no deslizamiento:

Entre fábrica-fábrica

No fisurada: $\tau \leq \tau_{\text{ADMISIBLE FÁBRICA}} = 5 \text{ Kg/cm}^2$

$$t = \sum E / L_{AB} \cdot 1 = 0,1697 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Fisurada: $\sum E \leq \text{Fuerzas resistentes} = \varphi_f \cdot \sum P$

Siendo φ_f el coeficiente de fricción fábrica-fábrica, que toma un valor para hormigón ciclópeo de 0,75.

$$\sum E \leq \varphi_f \cdot \sum P \rightarrow 2376 \leq 3708 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Entre fábrica- terreno

$$\sum E \leq \varphi_{ft} \cdot \sum P$$

Siendo φ_{ft} el coeficiente de fricción fábrica-terreno, que toma el valor correspondiente a grava y arena gruesa, para hormigón ciclópeo de 0,40.

$$\sum E \leq \varphi_{ft} \cdot \sum P \rightarrow 2376 \leq 1977,6 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Condición de no vuelco:

Para que se produjese vuelco la resultante de las fuerzas R tendría que estar por fuera del cuerpo, por lo que al cumplir la condición de núcleo central queda garantizada la estabilidad, y no es necesario estudiarla

Previamente a la comprobación de no tubificación se ha de calcular el diseño del zampeado y de la cimentación.

Diseño de la cimentación:

La profundidad de la cimentación va a ser de 2 metros de profundidad, y la longitud de la base de la cimentación ha de ser como mínimo igual al alcance de la lámina vertiente, cuya expresión es:

$$D = \sqrt{2Hb_{ag} + b_{ag}^2}$$

$$D = 0,9 \text{ m}$$

Diseño de zampeado:

El zampeado ha de ser horizontal, con unas dimensiones calculadas según las indicaciones del apartado 7.4.4:

$$L_0 = \sqrt{2Hh + h^2} = D = 0,9 \text{ m}$$

$L_1 = \psi \cdot H^{0,5} \cdot h$ teniendo en cuenta una pendiente del 5% ($\psi = 4,61$), así:

$$L_1 \approx 1,25 \text{ m}$$

La longitud del dentellón viene determinada por $L_2 = 4d_2$

$$L_2 = 4d_2 = 0,45 \text{ cm}$$

Dando un total de longitud del zampeado con dentellón de

$$L_z = 2,6 \text{ m}$$

Ahora ya es posible comprobar la siguiente condición.

Condición de no tubificación

Se va a seguir en esta comprobación el método de Lane, expuesto en el apartado previo:

$$L_c = L_v + \left(\frac{Lh}{3}\right) = 4,87 \text{ m}$$

$$Rc = \frac{Lc}{Che} = 2,70$$

Para que se cumpla la condición $Rc \geq R_r$, siendo R_r el valor correspondiente a arena gruesa, es decir 3.

$$2,70 \geq 2,50 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Medidas protectoras

Se instalarán dos alas, una en cada una de las conexiones del dique y las dos orillas. De este modo el vertido de las aguas se centrará a lo largo del paramento, evitando que se realice este vertido en los laterales del dique, erosionando las orillas y comprometiendo la estabilidad de la obra. Estas alas serán de pequeño tamaño, respetando las siguientes dimensiones:

$$\begin{aligned} \text{Altura: } &10 \text{ cm} \\ \text{Longitud: } &1 \text{ m} \end{aligned}$$

Otras medidas

Puesto que este azud de riego contará con una escala para peces, se realizará un pequeño vertedero, tipo Cipoletti, que aumente el caudal de llamada a la entrada de la escala de artesas. Este vertedero tendrá las siguientes dimensiones:

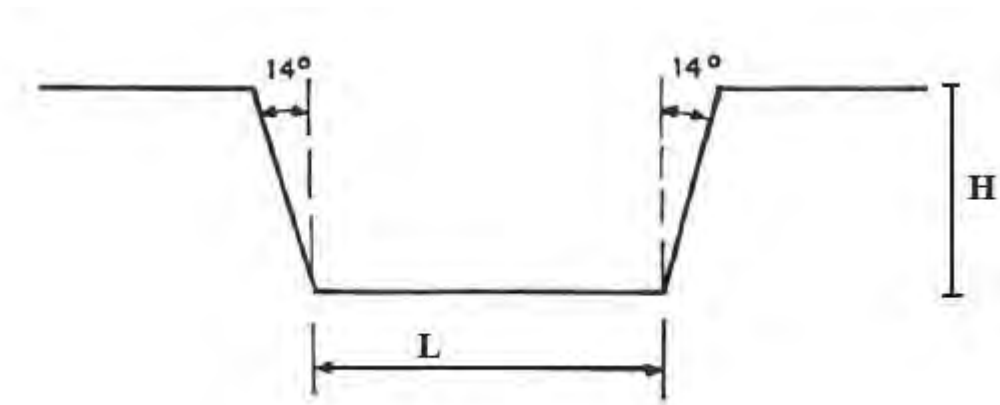


Figura n° 16.- Croquis del diseño del vertedero

$$L = 1 \text{ m}$$

$$H = 0,20 \text{ m}$$

5. Estudio de las obras de franqueo propuestas.

5.1. Objetivos

El libre tránsito de la ictiofauna a lo largo del río es necesario para mantener unas buenas poblaciones, y contribuir así a asegurar la supervivencia de las mismas para las generaciones venideras. En el tramo del río Eria estudiado en el presente proyecto, existen diversas barreras que dificultan la movilidad de los peces por el río, así como su llegada a las zonas de frezadero a especies tales como la trucha (*Salmo trutta*).

Es importante destacar que ésta libre circulación debe estar asegurada al menos en el periodo de reproducción de las especies que albergue el río. En la siguiente tabla se adjunta las especies de peces del río Eria junto a su periodo de reproducción.

Especies del río Eria	Periodo reproductor
Trucha (<i>Salmo trutta</i>)	entre Oct-Ene
Boga (<i>Chondrostoma polylepis</i>)	entre Abr-May
Lamprehuela (<i>Cobitis calderoni</i>)	entre Abr-Jun
Escallo (<i>Leusciscus cephalus</i>)	entre Abr-Jun
Bermejuela (<i>Rutilus arcasii</i>)	entre May-Jun
Gobio (<i>Gobio gobio</i>)	entre May-Jun
Barbo (<i>Barbus bocagei</i>)	entre May-Jun

Tabla n°32- Periodo reproductivo de las especies piscícolas del río Eria

En cualquier caso, el diseño de escalas para lograr esta libre circulación es obligatorio de acuerdo con la legislación estatal y autonómica vigente. Así lo exige la Ley de Pesca Fluvial y la Ley de Protección de los Ecosistemas Acuáticos y de Regulación de la Pesca en Castilla y León.

5.2. Tipos de dispositivos de paso

Cabe clasificar los dispositivos de paso para peces en cinco grupos:

- **1. Ascensores de peces:** Jaulas (o cajas de ascensores en donde se concentran los peces) que sube y vuelca su contenido aguas arriba del obstáculo con una cierta periodicidad, acorde con el número de migradores que estén tratando de franquear el obstáculo en cada momento.

Ascensor de peces

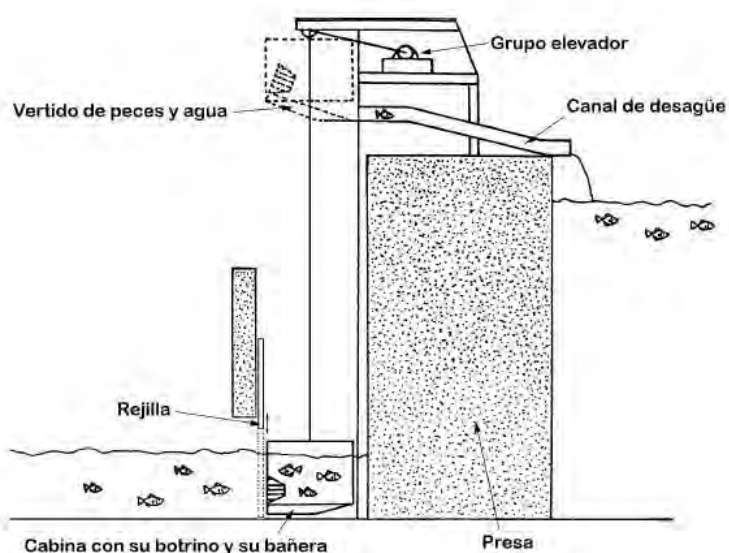


Figura n°17- Ascensor de peces

- **2. Esclusa de peces (o esclusa Borland):** Dispositivo muy similar a una esclusa de navegación solo que más atractivo para los peces (con llamada).

Esclusa para peces

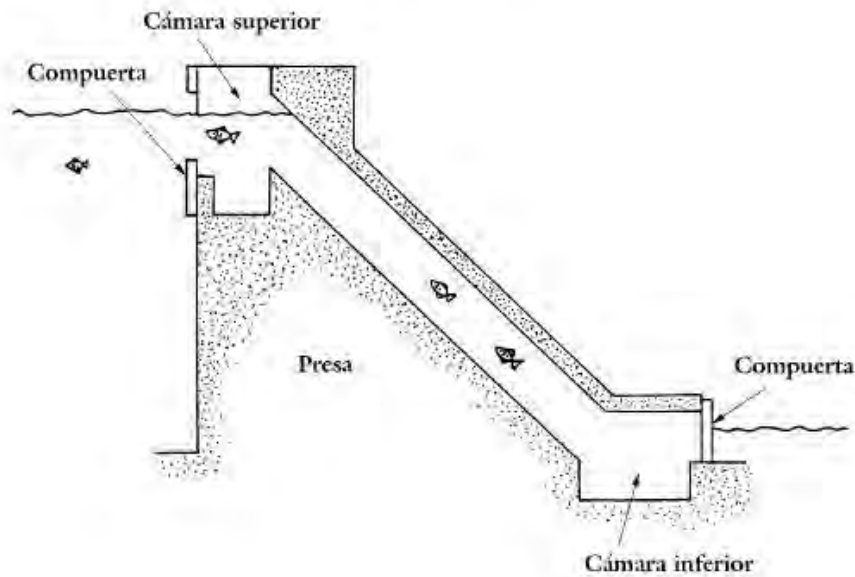


Figura n°18- Esclusa para peces

- **3. Río artificial:** Canal con una pendiente del 3 al 5% dividido en tramos separados por remansos de agua que ofrece un camino alternativo a los peces para sortear el obstáculo.
- **4. Escala de ralentizadores (o escala Denil):** Canal rectilíneo de fuerte pendiente con unos deflectores que reducen las velocidades del flujo hasta unos valores que permitan el ascenso a los peces.

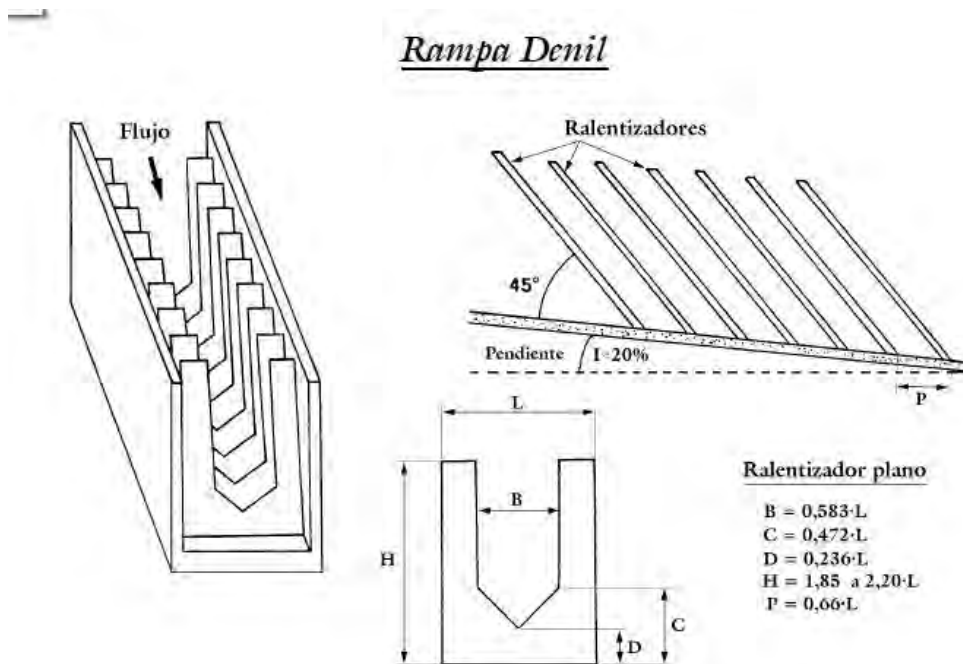


Figura n°19- Rampa Denil

- **5. Escala de artesas (o de estanques sucesivos):** Escala de agua con peldaños de unos 30 cm. por la que circula un caudal a través de unos vertederos, hendiduras verticales y/u orificios.

Escala de artesas

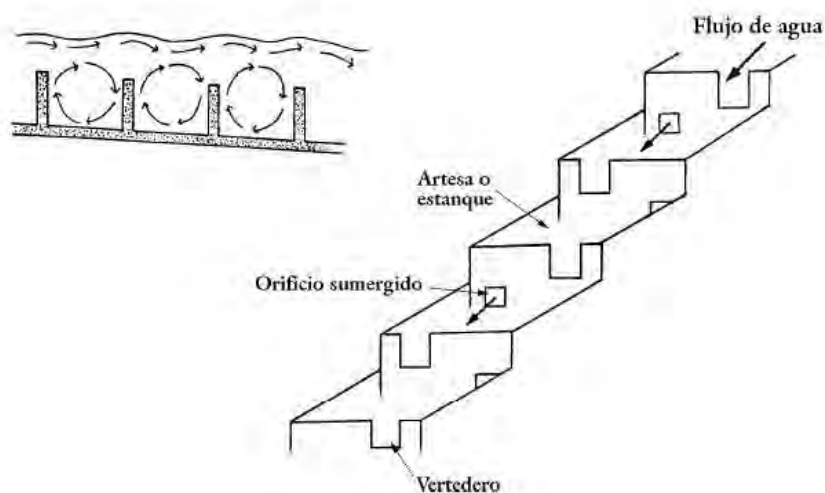


Figura n°20.- Escala de Artesas

5.3. Condiciones generales a satisfacer por una escala

- ☆ Entrada fácil de encontrar por su situación y su llamada.
- ☆ Tránsito sencillo, sin estrés, heridas ni agotamiento excesivo.
- ☆ Salida segura, evitar desorientaciones, arrastres a vertederos o tomas peligrosas.
- ☆ Franqueable por la totalidad de peces, no sólo los atletas sino también minusválidos, pasos poco selectivos, que no sean exclusivos para una especie.
- ☆ Retraso en la migración mínimo, sin colas o amontonamientos.
- ☆ Funcional durante crecidas y estiajes.
- ☆ Con mantenimiento e inspecciones periódicas (tras avenidas y durante la migración, limpiar, quitar obstrucciones, reparar daños, evitar la pesca furtiva).

5.4. Condicionantes biológicos

Hay que tener en cuenta principalmente cuatro factores biológicos en el diseño de pasos piscícolas:

- Capacidad de nado, según la cual dividimos a los peces en: reptantes, reptan a través de todo tipo de sustratos humedecido y pueden respirar oxígeno atmosférico (anguila), escaladores, escalan ayudándose de su boca succionadora (ventosa) y aletas (lampréas), saltadores, buena capacidad natatoria y de salto (salmónidos, boga, cacho), nadadores, escasa o nula capacidad de salto, superando los obstáculos nadando (lucio, esturión, peces pequeños,...).
- Velocidad de nado,
- Distancia máxima recorrida.

- Capacidad de salto, es función de la velocidad y la profundidad

5.5. Criterios y elección del tipo de paso

A priori, no existe un tipo de escala más eficaz que las demás. La experiencia demuestra que numerosas escalas de depósitos sucesivos, de ralentizadores e incluso de esclusas o ascensores pueden prestar un mismo servicio. Sin embargo cabe indicar las siguientes ideas:

- Para grandes desniveles ($H > 8$ m) los ascensores y las esclusas resultan las soluciones más competitivas (por razones económicas), en especial los primeros (salvo para peces pequeños en que las esclusas compiten con ventaja).
- Para pequeños desniveles ($H < 4$ m) son las escalas de artesas y los ralentizadores los que más interesan.
- Siendo el salto pequeño ($H < 2,5$), los caudales de diseño reducidos (Q de 100-500 l/s) y las especies buenas nadadoras (salmones, reos, truchas, lampreas y barbos) las escalas Denil suponen una excelente alternativa. Para saltos mayores en que las escalas de ralentizadores precisan de estanques intermedios de reposo, las escalas de artesas suelen ser más competitivas a cambio de recorridos mayores.
- Las escalas de estanques sucesivos son las más versátiles pues pueden resolver infinidad de situaciones. Se recomiendan por ser muy poco selectivas. Admiten mayores cambios de nivel en las aguas manteniendo su funcionalidad (en comparación con las escalas Denil). Estas razones las convierten en las más empleadas.
- Los ríos artificiales y algunas escalas de ralentizadores (con deflectores de fondo) permiten un uso deportivo adicional: piragüismo.

A la vista de que la totalidad de las obras de franqueo propuestas surgen como medida correctora de obstáculos de pequeña altura, y que se encuentran rodeados por distintas propiedades (huertas, prados, cascos urbanos, carreteras o caminos, etc) las obras de paso a emplear en este estudio se restringen principalmente a dos; escala de ralentizadores y escala de estanques sucesivos, reduciéndose ésta última en algún caso a la inclusión de una compuerta en el paramento del dique. Para ver más fácilmente las ventajas de cada una de las dos escalas se puede ver la tabla siguiente.

Tipo de obra de franqueo	Ventajas	Inconvenientes
Escala de ralentizadores	Muy económicas	Muy selectivas
	Escaso mantenimiento	Muy sensible a la variación de la CLA (Cota de la lámina de agua)
	Poco desarrollo de la obra	
Escala de artesas	Poco selectivas	Desarrollo de la obra amplio
	Caudales de funcionamiento amplios	Sensible a atrampones
	Comportamiento óptimo frente a cambios de la CLA	

Tabla n°33- Ventajas e inconvenientes de las obras de franqueo

Siempre que el desarrollo de la obra lo permita, se utilizará la escala de artesas en preferencia frente a la de ralentizadores debido a su poca selectividad.

5.6. Diseño y cálculo de la escala de artesas

5.6.1. Establecimiento del salto entre estanques(ΔH)

Se establece el salto entre estanques sucesivos de acuerdo con las capacidades natatorias de los peces que deben franquear el obstáculo y el tipo de conexión entre estanques sucesivos. Al ser necesario dar soluciones de franqueo a especies con capacidades natatorias muy distintas, se optará por conexiones entre estanques tipo vertedero sumergido, con orificios desarenadores de fondo, que resultan menos selectivas, así los valores recomendados para ΔH son:

- 0.3-0.4 m para el salmón y la trucha de mar
- 0,25-0,3 m para la trucha común y para el barbo
- 0,2-0,3 m para el sábalo
- 0,15-0,25 m para la mayoría de ciprínidos

Estos valores podrán ser menores cuanto menor sea el tamaño del pez, pues tendrá una menor capacidad natatoria.

5.6.2. Determinación del número de estanques necesarios

Debido a que la altura máxima ($H_{\text{máx}}$) a salvar por los peces nos viene condicionada por la obra transversal propuesta para cada caso en anteriores apartados, para determinar el número de estanques necesarios para franquear el obstáculo se utiliza la fórmula $H_{\text{máx}} = \Delta H \cdot n$, siendo n el número de saltos, $n-1$ el número de estanques y $H_{\text{máx}}$ la altura máxima del obstáculo.

5.6.3. Predimensionado del volumen útil del estanque

Para el correcto dimensionado del volumen útil del estanque se calculan los siguientes parámetros:

- Longitud del depósito (L): Este valor estará comprendido entre 7ψ y 12ψ , siendo ψ la dimensión característica del chorro, en los estanques con vertedero sumergido será el valor más pequeño de la anchura de la cubeta o de la carga sobre la misma. Además se recomiendan longitudes mínimas superiores a 1 m.
- Ancho de la artesa (B): Para este parámetro se fija un valor mínimo de 0,5 m
- Profundidad media en el estanque (t_{med}): Para la determinación de este parámetro se recurre a la fórmula:

$$t_{\text{med}} = p + h - \frac{\Delta H}{2}$$

Siendo:

p : Altura del umbral del vertedero.

h : carga sobre el vertedero.

ΔH : Desnivel entre depósitos.

Como valores de referencia para un correcto dimensionamiento de la profundidad media del estanque se tendrá la siguiente tabla:

**VALORES DE PROFUNDIDAD
MEDIA**

t_{med}	\geq	0,6 m para la trucha
t_{med}	\geq	0,8 m para los sábalos
t_{med}	\geq	1 m para el salmón

Tabla n°34- Determinación de la profundidad media del estanque

Además, en el caso de artesas en curva, se seguirán los siguientes criterios:

- $X \approx L$
- $l_1 + l_2 \approx L$
- $R \approx B$
- Evitar ángulos en la artesa

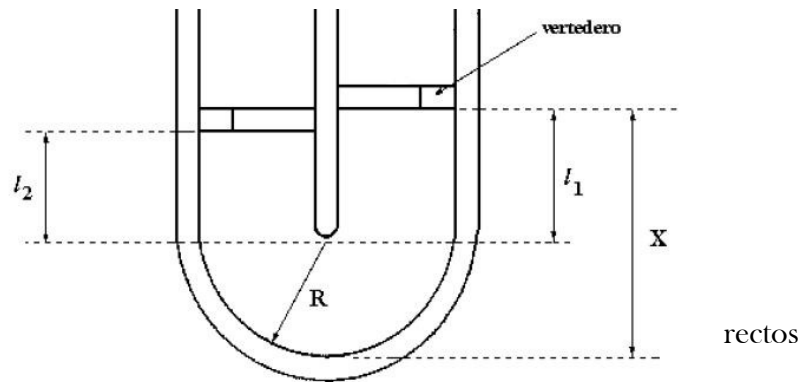


Figura n°21.-Parámetros para el diseño de una artesa en curva

5.6.4. Fijar el caudal de diseño

Para fijar el caudal de diseño se debe tener en cuenta que éste ha de generar un efecto llamada suficiente sobre la ictiofauna, para lo cual debe suponer el 1-5% del caudal del río. Para poder fijarlo, se consideran los meses en los que hay especies con movimientos ascendentes pre-reproductivos; Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero, Abril, Mayo y Junio, considerando de cada uno de estos meses su caudal medio diario mensual obtenido a partir de los datos de la Confederación Hidrográfica del Duero, estación de aforo 89, expuestos en la tabla siguiente:

Mes	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Abril	Mayo	Junio
Qdiario	2,17	4,72	7,04	7,76	6,86	6,19	3,65

Tabla n°35.-Caudales medios diarios mensuales (Fuente: Confederación Hidrográfica del Duero www.chduero.es consulta: 15/10/08)

De todos estos caudales medios diarios mensuales se selecciona el máximo, perteneciente al mes de enero, en el cual $0,388 \text{ m}^3/\text{s}$ - $0,078 \text{ m}^3/\text{s}$ corresponde con el 1-5% del caudal del río. El efecto llamada sobre la ictiofauna generado por este caudal medio diario mensual será suficiente en ese mes, y mayor para el resto, ya que puede llegar a suponer más del 5% del caudal del río.

5.6.5. Dimensionamiento del vertedero sumergido y de los orificios

La disposición del vertedero y los orificios dentro de la escala será alterna, quedando las dimensiones del vertedero definidas por:

- Anchura mínima del vertedero (b_{min}): Será mayor de 0,15 m con el fin de evitar colmatajes. Además, en función de las especies tenemos distintas anchuras mínimas expuestas en la siguiente tabla:

**ANCHURAS MÍN. SEGÚN
ESPECIE**

$$b_{\min} = 0,2 \text{ m para la trucha}$$

$$b_{\min} = 0,3 \text{ m para el salmón}$$

$$b_{\min} = 0,45 \text{ m para el sábalo}$$

Tabla n°36.-Anchuras mínimas de vertedero según especie

- Altura del umbral del vertedero (p): Se dará una altura mínima de 20 centímetros.
- Tamaño mínimo de los orificios (c • d): este tamaño será menor a 0,04 m² debido a que serán orificios desarenadores, cuya única misión es el facilitar el vaciado y la limpieza de los depósitos.

5.6.6. Comprobaciones

- ✓ Comprobación de la pendiente media de la escala (I): Debe ser próxima al 10%, pudiendo ser mayor para caudales de diseño bajos, inferiores a 100 l/s, llegándose a pendientes cercanas al 20%, siendo su fórmula:

$$I = \frac{\Delta H}{L}$$

- ✓ Relación aconsejada entre la longitud y la anchura del vertedero (L/b): Este valor debe estar entre: $7 \leq L/b \leq 11$
- ✓ Relación aconsejada entre la anchura del depósito y el ancho del vertedero (B/b): Este valor debe comprenderse entre: $4 \leq B/b \leq 8$
- ✓ Comprobación de la longitud del depósito: La longitud del depósito estará comprendida entre; $7y \leq L \leq 12y$, siendo y el valor más pequeño entre la anchura de la cubeta o la carga sobre la misma.
- ✓ Comprobación de la potencia disipada (N): Se calcula por la fórmula siguiente (W/m³):

$$N = \frac{g \cdot \rho \cdot Q \cdot \Delta H}{B \cdot L \cdot t_{med}}$$

Siendo:

ρ : Densidad absoluta del agua

Q: Caudal circulante por la escala

Las potencias recomendadas para cada especie se pueden ver en la tabla siguiente, pudiéndose aumentar la potencia disipada en 25 ó 50 W/m³ en pasos cortos de pocas artesas:

POTENCIA DISIPADA SEGÚN ESPECIE

$$N \leq 200 \text{ W/m}^3 \text{ para el salmón}$$

$$N \leq 175 \text{ W/m}^3 \text{ para la trucha}$$

$$N \leq 100-125 \text{ W/m}^3 \text{ para el sábalo y la saboga}$$

Tabla n°37.-Potencia disipada para cada especie

5.6.7. Sistemas de adaptación del funcionamiento de la escala.

Con la finalidad de mitigar los efectos perniciosos sobre la escala debidos a la variación de la lámina de agua, la comunicación de entrada a la escala y de salida se realizará mediante hendidura vertical en lugar de vertedero sumergido con orificios, instalando una compuerta regulable en altura a la salida de la escala para mejorar el control del caudal circulante por la misma.

5.7. Diseño de las compuertas propuestas para el azud del T.M. de Manzaneda

La baja altura de coronación de este obstáculo, 80 cm, y la discontinuidad en la realización de su función, que únicamente se llevará a cabo en épocas veraniegas, aconsejan la instalación de compuertas en el paramento. De esta forma, se evita la existencia de un obstáculo permanente en el río que carezca de función durante la mayor parte del año y la construcción de una obra de paso más compleja y de mayor coste económico.

Así, se diseñan las compuertas con la finalidad de que una vez instaladas en el paramento del dique eleven la cota de agua, generando una zona de baño de semejantes características a la actual, y una vez pasado el periodo veraniego y acabada su función, un operario pueda retirarlas del paramento, dejando libre de obstáculos ese tramo de río.

5.8. Diseño de las obras de franqueo propuestas

Basándonos en lo expuesto en los apartados previos, se va a proceder al desarrollo de los cálculos para el dimensionamiento y comprobaciones de las obras de franqueo propuestas.

☆ Escala de artesas del azud del T.M. de Quintanilla de Yuso.

✓ Establecimiento del salto entre estanques(ΔH)

Debido a que la escala debe ser una solución viable para muy diversas especies de peces, entre ellas ciprínidos, la selectividad de la misma debe ser baja, por ello el salto entre estanques será de 10 cm.

✓ Determinación del número de estanques necesarios

La altura máxima ($H_{\text{máx}}$) del obstáculo es de 0,4 m, altura de coronación del azud propuesto en apartados anteriores para el T.M. de Quintanilla de Yuso. Utilizando la fórmula expuesta anteriormente:

$$H_{\text{máx}} = \Delta H \cdot n \rightarrow 0,4 = 0,1 \cdot n \rightarrow n = 4 \text{ saltos} \rightarrow 3 \text{ estanques}$$

La entrada de los peces a la escala se realizará por hendidura vertical a ras del lecho del río, conllevando un estanque más y facilitando el acceso de los peces a la escala. Se realizará además una artesa en curva y sin pendiente que sirva de estanque de descanso para los peces, obteniendo así un número total de depósitos de 5.

✓ Predimensionado del volumen útil del estanque

Para el correcto dimensionado del volumen útil del estanque se calculan los siguientes parámetros:

- Longitud del depósito (L): Será de 1,5 m respetando así la longitud mínima recomendada y encontrándose este valor entre 7ψ y 12ψ , siendo ψ de 20 centímetros.
- Ancho de la artesa (B): Para superar el valor mínimo $B = 1,5$ m
- Profundidad media en el estanque (t_{med}): Utilizando la fórmula expuesta anteriormente:

$$t_{med} = p + h - \frac{\Delta H}{2} \rightarrow t_{med} = 0,2 + 0,65 - 0,1/2 = 0,8 \text{ m (0,6 valor mínimo recomendado para la trucha)}$$

Además, en el caso de la artesa en curva, que se realizará sin ángulos rectos y sin pendiente, los parámetros serán:

- $X = 1,5 \text{ m} = L$
- $R = 1,5 \text{ m} = B$

✓ Fijar el caudal de diseño

Tomando como referencia lo expuesto en el apartado 5.6.4. el caudal de diseño ha de estar entre $0,388\text{-}0,078 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondientes con el 5% y el 1% del caudal medio diario mensual del río en el mes de Enero. El caudal circulante por la escala será $0,192 \text{ m}^3/\text{s}$.

✓ Dimensionamiento del vertedero sumergido y de los orificios

La disposición del vertedero y los orificios dentro de la escala será alterna, quedando las dimensiones del vertedero definidas por:

- Anchura mínima del vertedero (b_{min}): Será de 30 cm para evitar colmatajes y respetando la anchura mínima indicada para la trucha en la tabla 29.
- Altura del umbral del vertedero (p): Se dará una altura mínima de 20 centímetros.
- Tamaño mínimo de los orificios ($c \cdot d$): Tendrán un tamaño de $0,04 \text{ m}^2$ siendo:

$$c = d = 20 \text{ cm}$$

✓ Comprobaciones

- Comprobación de la pendiente media de la escala (I): Utilizando la fórmula siguiente se comprueba la proximidad de la pendiente de la escala al 10%:

$$I = \frac{\Delta H}{L} = \frac{0,1}{1,5} \approx 0,07 = 7\% \rightarrow \text{Se cumple}$$

- Relación aconsejada entre la longitud y la anchura del vertedero (L/b):

$$\frac{L}{b} = \frac{1,5}{0,3} = 5 \rightarrow 4 \leq 5 \leq 11 \rightarrow \text{Se cumple}$$

- Relación aconsejada entre la anchura del depósito y el ancho del vertedero (B/b):

$$\frac{B}{b} = \frac{1,5}{0,3} = 5 \rightarrow 4 \leq 5 \leq 8 \rightarrow \text{Se cumple}$$

- Comprobación de la longitud del depósito: Siendo $\psi = 0,2$

$$7\psi \leq L \leq 12\psi \rightarrow 1,4 \leq 1,5 \leq 2,4 \rightarrow \text{Se cumple}$$

- Comprobación de la potencia disipada (N):

$$N = \frac{g \cdot \rho \cdot Q \cdot \Delta H}{B \cdot L \cdot t_{med}} = \frac{9,81 \cdot 1000 \cdot 0,192 \cdot 0,1}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,8} = 104,84 \leq 175 \rightarrow \text{Se cumple}$$

Así el azud para el T.M. de Quintanilla de Yuso con su escala para peces puede verse en la siguiente figura:

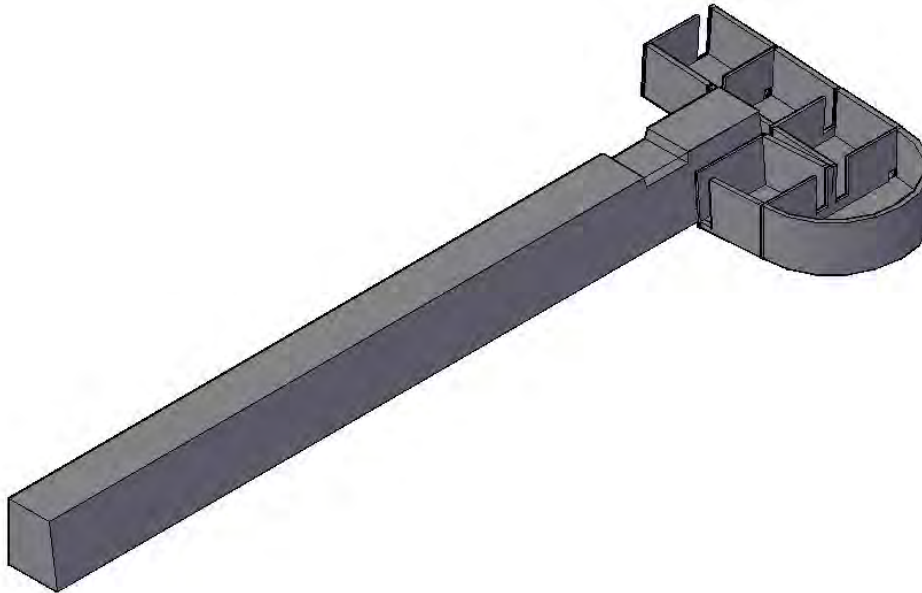


Figura n°22-Azud y escala para peces propuestos para el T.M. de Quintanilla de Yuso

☆ Compuertas del azud del T.M. de Manzaneda.

Siguiendo las consideraciones propuestas en el apartado 8.7 de este anejo, se diseñan las compuertas en acero de un grosor de 3 cm, sobradamente capaz de resistir los empujes generados. Estas compuertas se instalarán en el paramento mediante una guía de 10 cm para los laterales de la compuerta realizada en postes de hormigón y de 5 cm para la base realizada en la solera de hormigón. Puesto que se debe subir la cota del agua en 60 cm la altura de la compuerta será de 65 cm, y la longitud de 1 m dejando un paso del agua con anchura de 80 cm. Así, el peso de la compuerta en kg será:

$$\text{Peso compuerta} = \gamma_{\text{acero}} \cdot \text{anchura} \cdot \text{longitud} \cdot \text{altura}$$

$$\text{Peso compuerta} = 7850 \cdot 0,03 \cdot 1 \cdot 0,65 = 153 \text{ kg}$$

Siendo:

- γ_{acero} : Peso específico del acero (7850 kg/m^3)
- Anchura: Anchura de la compuerta

- Longitud: Longitud de la compuerta
- Altura: Altura de la compuerta

A su vez, con la finalidad de hacer más fácil la retirada y la colocación de estas compuertas, se dividirá cada una de ellas en 6 placas, que encajarán una sobre otra por perfiles en U, de la siguiente forma:

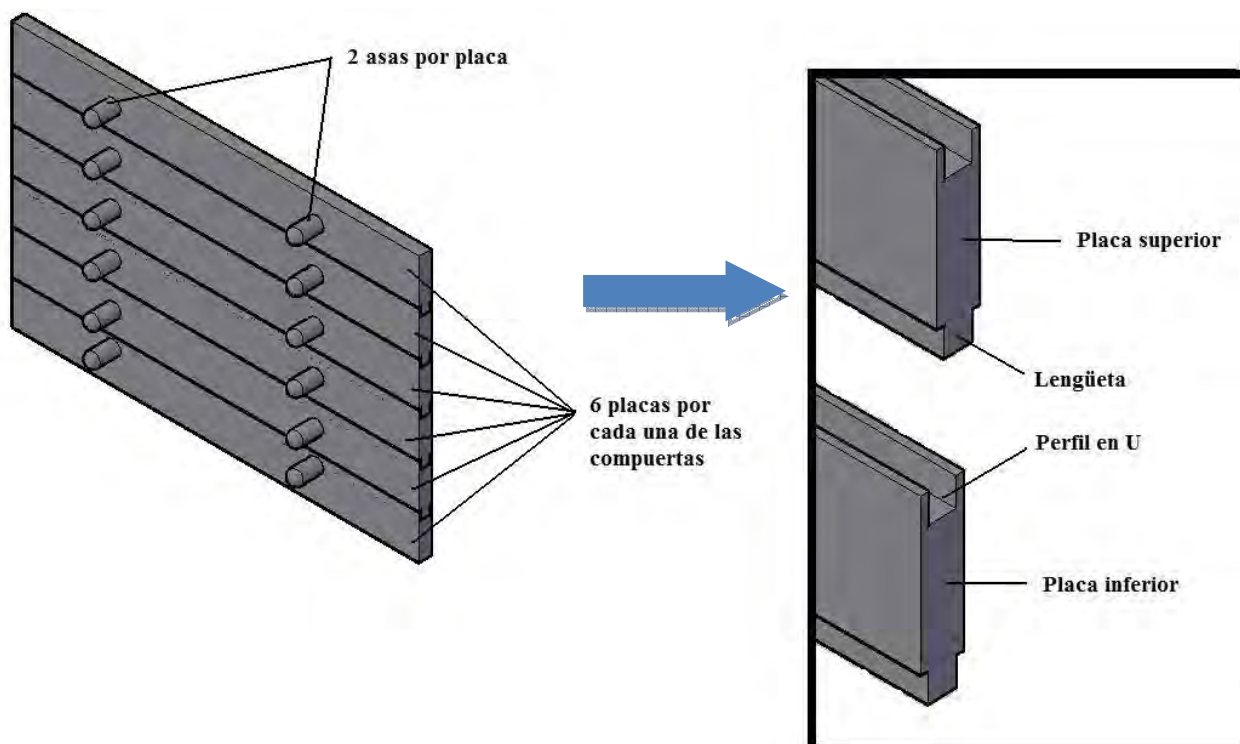


Figura n°23- Croquis de la unión entre las distintas placas de una misma compuerta.

El peso de la compuerta será de 153 kg en total, 25,5 kg por cada una de las 6 placas que la forman. Se colocarán también dos asas en las placas para facilitar su colocación y su extracción. Las dos asas instaladas en la placa base (placa inferior de la compuerta) se colocarán en una posición más elevada dentro de la placa que las asas de las demás placas para facilitar su correcto apoyo en la guía de la solera. Para garantizar un paso suficiente para los peces y para el agua, se instalarán 6 compuertas iguales en el centro del paramento, y entre ellas se construirán unos postes de hormigón con las guías antes mencionadas y de forma hidrodinámica como se puede observar en la siguiente figura:

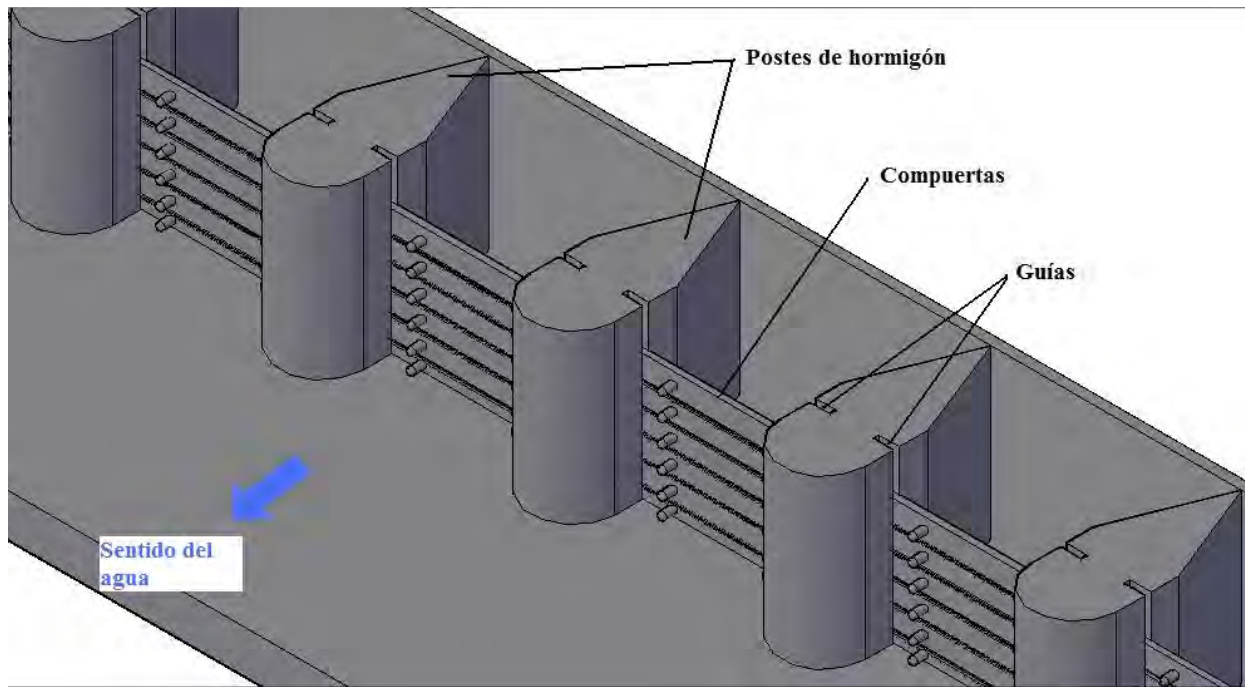


Figura n°24-Croquis de la obra de paso para el dique del T.M. de Manzaneda

☆ Escala de artesas del azud de riego del T.M. de Torneros de la Valderia

✓ Establecimiento del salto entre estanques(ΔH)

El salto entre estanques será de 10 cm debido a que la escala debe ser una solución viable para muy diversas especies de peces, entre ellas ciprínidos.

✓ Determinación del número de estanques necesarios

La altura máxima ($H_{\text{máx}}$) del obstáculo es de 1,8 m, altura de coronación del azud propuesto en apartados anteriores para el T.M. de Quintanilla de Yuso. Utilizando la fórmula expuesta anteriormente:

$$H_{\text{máx}} = \Delta H \cdot n \rightarrow 0,8 = 0,1 \cdot n \rightarrow n = 8 \text{ saltos} \rightarrow 7 \text{ estanques}$$

La entrada de los peces a la escala se realizará por hendidura vertical a ras del lecho del río, conllevando un estanque más y facilitando el acceso de los peces a la escala. Se realizará además una artesa en curva y sin pendiente que sirva de estanque de descanso para los peces, obteniendo así un número total de depósitos de 9.

✓ Predimensionado del volumen útil del estanque

Para el correcto dimensionado del volumen útil del estanque se calculan los siguientes parámetros:

- Longitud del depósito (L): Será de 1,5 m respetando así la longitud mínima recomendada y encontrándose este valor entre 7ψ y 12ψ , siendo ψ de 20 centímetros.
- Ancho de la artesa (B): Para superar el valor mínimo $B = 1,5$ m

- Profundidad media en el estanque (t_{med}): Utilizando la fórmula expuesta anteriormente:

$$t_{med} = p + h - \frac{\Delta H}{2} \rightarrow t_{med} = 0,2 + 0,65 - 0,1/2 = 0,8 \text{ m (valor mínimo recomendado para la trucha)}$$

Además, en el caso de la artesa en curva, que se realizará sin ángulos rectos y sin pendiente, los parámetros serán:

- $X = 1,5 \text{ m} = L$
- $R = 1,5 \text{ m} = B$

✓ Fijar el caudal de diseño

Tomando como referencia lo expuesto en el apartado 5.6.4. el caudal de diseño ha de estar entre $0,388\text{-}0,078 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondientes con el 5% y el 1% del caudal medio diario mensual del río en el mes de Enero. El caudal circulante por la escala será $0,192 \text{ m}^3/\text{s}$.

✓ Dimensionamiento del vertedero sumergido y de los orificios

La disposición del vertedero y los orificios dentro de la escala será alterna, quedando las dimensiones del vertedero definidas por:

- Anchura mínima del vertedero (b_{min}): Será de 30 cm para evitar colmatajes y respetando la anchura mínima indicada para la trucha.
- Altura del umbral del vertedero (p): Se dará una altura mínima de 20 centímetros.
- Tamaño mínimo de los orificios ($c \cdot d$): Tendrán un tamaño de $0,04 \text{ m}^2$ siendo:

$$c = d = 20 \text{ cm}$$

✓ Comprobaciones

- Comprobación de la pendiente media de la escala (I): Utilizando la fórmula siguiente se comprueba la proximidad de la pendiente de la escala al 10%:

$$I = \frac{\Delta H}{L} = \frac{0,1}{1,5} \approx 0,07 = 7\% \rightarrow \text{Se cumple}$$

- Relación aconsejada entre la longitud y la anchura del vertedero (L/b):

$$\frac{L}{b} = \frac{1,5}{0,3} = 5 \rightarrow 4 \leq 5 \leq 11 \rightarrow \text{Se cumple}$$

- Relación aconsejada entre la anchura del depósito y el ancho del vertedero (B/b):

$$\frac{B}{b} = \frac{1,5}{0,3} = 5 \rightarrow 4 \leq 5 \leq 8 \rightarrow \text{Se cumple}$$

- Comprobación de la longitud del depósito: Siendo $\psi = 0,2$

$$7\psi \leq L \leq 12\psi \rightarrow 1,4 \leq 1,5 \leq 2,4 \rightarrow \text{Se cumple}$$

- Comprobación de la potencia disipada (N):

$$N = \frac{g \cdot \rho \cdot Q \cdot \Delta H}{B \cdot L \cdot t_{med}} = \frac{9,81 \cdot 1000 \cdot 0,192 \cdot 0,1}{1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,8} = 104,84 \leq 175 \rightarrow \text{Se cumple}$$

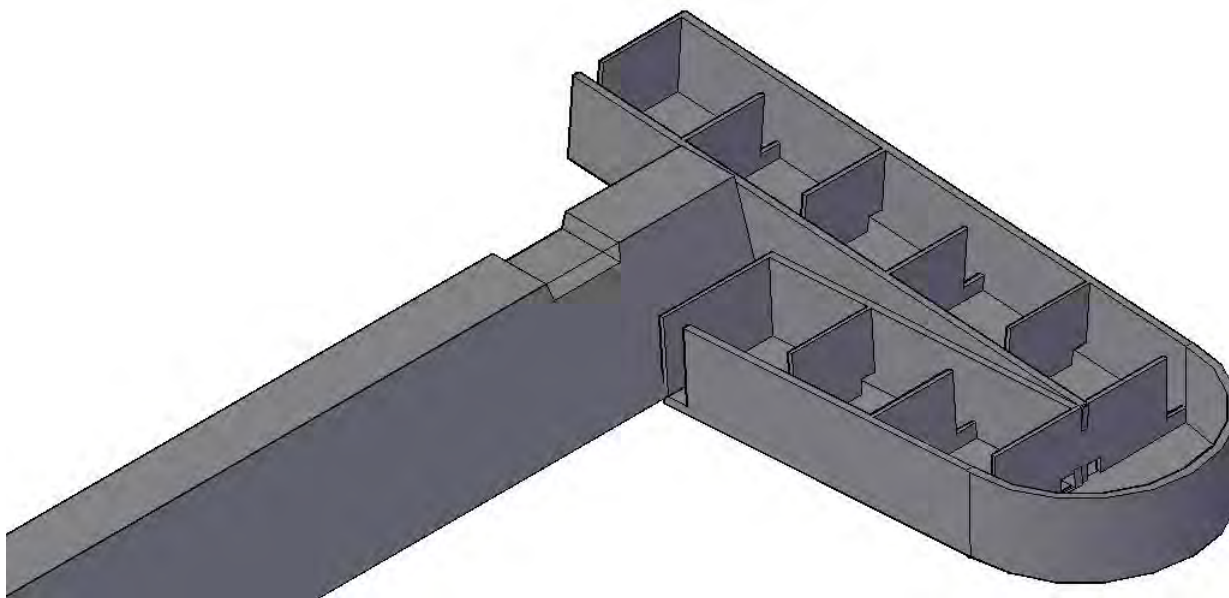


Figura n°25.-Escala para peces propuesta para el azud de riego de Torneros de la Valderia

6. Estudio de las demoliciones propuestas

6.1. Objetivo

La existencia de un obstáculo transversal y artificial en el río no se da de manera fortuita, sino que desarrolla una función para la cual fue creado. La existencia de esa función desaconseja la demolición de esa barrera, optando por otras soluciones estudiadas en apartados anteriores. Por el contrario, la pérdida de una función a desarrollar convierte al obstáculo en un impedimento para el libre tránsito de la ictiofauna por el río sin ningún efecto beneficioso. Es en estos casos cuando la demolición se convierte en la opción más adecuada, puesto que no reduce el efecto barrera existente sino que lo elimina.

6.2. Método de demolición.

La envergadura de la obra a demoler es importante a la hora de elegir un método de demolición correcto. En este estudio se prevé la eliminación de los obstáculos 6, 8, 9 y 11, con una altura de coronación de 0,40 m, 0,30 m, 1,70 m y 0,40 m respectivamente. Con esta baja altura de coronación, unido al mal estado de conservación de algunos de estos obstáculos y la escasa cohesión de los materiales en los obstáculos 6 y 11 (construidos con piedras, troncos, ramas, etc sin ningún tipo de material ligante como por ejemplo el hormigón), permitirán su eliminación con una retroexcavadora.

Los escombros generados por la eliminación del paramento de estos azudes serán esparcidos por la retroexcavadora en el lecho del río, aguas abajo del obstáculo y a continuación del paramento eliminado, intentando alisarlos de forma que no se generen cambios importantes en el lecho del río.



Figura n°26.-Demolición con retroexcavadora. (Fuente: Dispositivos de paso para la ictiofauna Sanz Ronda, 2007)

7. Limpiezas

7.1. Objetivos

La construcción del obstáculo 10, un azud localizado en el tramo de río existente entre las poblaciones de Truchas y Baillo, previó el efecto barrera creado por este azud y se diseñó y construyó una obra de paso para el mismo. El mal mantenimiento de la obra ha producido con el paso del tiempo la completa falta de funcionalidad de esta obra de franqueo, debido al atasco de los orificios y vasos por donde circulaba al agua, haciendo necesaria una limpieza que restablezca la funcionalidad de la misma.

7.2. Método de realización de la limpieza.

Para restablecer la funcionalidad de esta obra de paso del obstáculo 10 se realizará una limpieza por medios manuales. Un operario retirará los restos vegetales, piedras y lodos que taponan y llenan los vasos y orificios de la obra de franqueo, facilitando el paso del agua por la misma. Para ello el operario podrá contar con diversas herramientas básicas como palas, azadones, etc. Los materiales minerales y vegetales extraídos de esta limpieza serán esparcidos por las tierras adyacentes.

Planos



ÍNDICE PLANOS

- 1.-Plano 1: Levantamiento topográfico zona de baño de Manzaneda
- 2.-Plano 2: Azud de Quintanilla de Yuso
- 3.- Plano 3: Azud de Torneros de la Valderia

*Plano 1: Levantamiento topográfico
zona de baño de Manzaneda*

Plano 2: Azud de Quintanilla de Yuso

Plano 3: Azud de Torneros de la Valderia

Bibliografía



BIBLIOGRAFÍA

- ☆ Descosido Fuertes M. 1985. La Valdería entre el mito y la historia. Tierras de León, 58: 71-96.
- ☆ Ven Te Chow, 1983. Hidráulica de los canales abiertos. Mc Graw-Hill. México.
- ☆ Ruiz de la Torre J. Mapa forestal de España. 1996, Hoja 3-3, escala 1:200000. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- ☆ Lara F. et al. 2004. La vegetación de ribera de la mitad norte española. Centro de estudios y experimentación de obras públicas. Madrid.
- ☆ Thornwaite C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geogr. Rev.,38: 55-96.
- ☆ Gomez Sanz V. 2005. Caracterización básica de biotopos forestales. Servicio de publicaciones E.U.I.T. Forestal. Madrid.
- ☆ Martínez de Azagra Paredes A. 1999, Escala para peces, Escuela Técnica superior de Ingenierías Agrarias. Palencia.

PÁGINAS WEB

- ☆ http://www.nma.es/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/dominio_hidraulico/vegetacion_ribera/comunidades_riparias/index.htm (Consulta 21/04/2009)
- ☆ <http://www.ine.es> (Consulta 20/02/09)
- ☆ <http://www.chduero.es> (Consulta 15/10/08)
- ☆ <http://www.jcyl.es/> (Consulta 20/02/09)